

KR100810350

PUB DATE: 2008-03-07

APPLICANT: SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD

HAS ATTACHED HERETO CORRESPONDING ENGLISH LANGUAGE EQUIVALENT:

US7016658

PUB DATE: 2006-03-21

APPLICANT: SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]

# METHOD AND APPARATUS ACCORDING TO THE TIME VARIANT CHANNEL FOR DATA TRANSPORTING TRANSMITTING/ANDRECEIVING DATA USING IN MOBILE SYSTEM WITH ANTENNA ARRAY

Publication number: KR100810350 (B1)

Publication date: 2008-03-07

Inventor(s): KIM, HEON GI, ; KIM, SEONG JIN, ; LEE, JU HO, ; LEE, YONG SEOK

Applicant(s): SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD

Classification:

- international: H04B7/02; H04L1/00; H04L1/06; H04L27/00

- European: H04L1/00B7V; H04L1/06; H04L27/00F

Application number: KR20020000837 20020107

Priority number(s): KR20020000837 20020107

Also published as:

KR20030061042 (A)

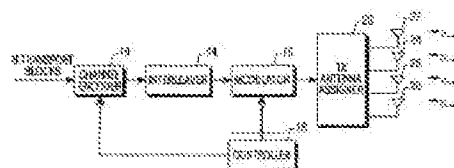
US2003128769 (A1)

US7016658 (B2)

## Abstract of KR 20030061042 (A)

**PURPOSE:** A device for transmitting/receiving data optimally applied to various channel states in a CDMA mobile communication system including an antenna array and a method therefor are provided to divide transmission data into information bits and surplus bits only, and to transmit the information bits through a good transmission antenna, then to transmit the surplus bits through a bad transmission antenna, thereby increasing system performance.

**CONSTITUTION:** The first distributor(66-1) distributes an interleaved bit string having the first importance into many bit strings by corresponding to the number of antennas(72,74,76,78). The second distributor(66-2) distributes interleaved bits having the second importance into many bit strings by corresponding to the number of the antennas (72,74,76,78).; A multiplexer and modulator(68) multiplexes the bit strings distributed from the first and second distributors(66-1,66-2), modulates the multiplexed bit strings, and outputs modulation symbol strings as many as the antennas (72,74,76,78). A transmission antenna assigner(70) transmits each of the outputted modulation symbol strings through the corresponding antennas (72,74,76,78).



.....  
Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년03월07일  
(11) 등록번호 10-0810350  
(24) 등록일자 2008년02월27일

(51) Int. Cl.

H04B 7/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2002-0000837

(22) 출원일자 2002년01월07일

심사청구일자 2006년10월31일

(65) 공개번호 10-2003-0061042

(43) 공개일자 2003년07월18일

(56) 선행기술조사문헌

JP2001267991 A

JP2002044051 A

US20030087673 A1

US6320919 B1

(73) 특허권자

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

(72) 발명자

김성진

경기도수원시팔달구영통동청평마을4단지404-1201

김현기

서울특별시동작구사당동우성아파트204동1206호

(첫면에 계속)

(74) 대리인

이건주

전체 청구항 수 : 총 25 항

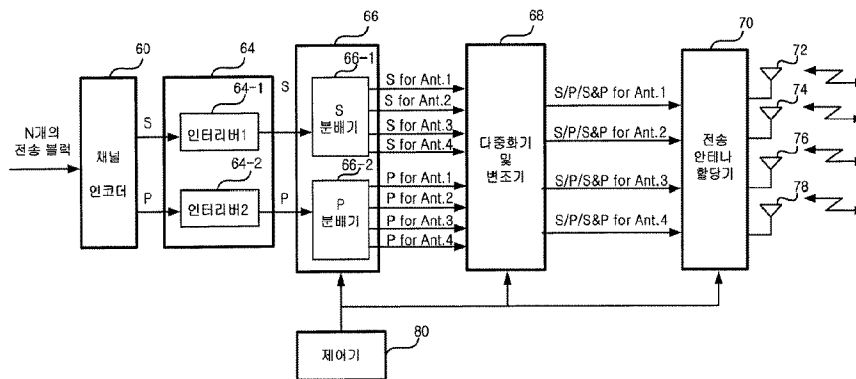
심사관 : 천대녕

(54) 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 다중의 송/수신 안테나를 포함하는 이동 통신 시스템을 이용하여 공간적인 다중 전송을 구현할 때, 전송하고자 하는 데이터의 수신 신뢰도를 향상시키는 새로운 방법들과 장치들을 제공한다. 기지국은 전송하고자 하는 전체 데이터를 수신기의 성능에 영향을 미치는 정도에 따라 중요도를 결정하고, 중요도에 따라 다수 개의 데이터 그룹으로 분리하는데 이때 데이터를 분류하는 대표적인 방법은 채널 코딩의 출력에서 정보비트들과 잉여비트들로 나누는 것이다. 이중 정보비트들은 중요한 데이터로, 잉여비트들은 정보비트들보다 중요도가 떨어지는 데이터로 분류한다. 이때 기지국은 안테나 어레이를 구성하는 각 전송 안테나의 전송 상태에 관한 정보를 결정/획득하여 전송 안테나들의 전송 상태(혹은 채널 상태, 전송 신뢰도)를 결정하거나, 전송 상태에 관한 정보를 이동국으로부터 수신하고 기지국은 중요도에 의해 분리된 다수의 데이터 그룹들을 전송 상태에 의해 구분된 전송 안테나에 할당한다. 할당하는 방법은 시스템의 성능을 높이는 중요한 데이터 그룹은 전송 상태가 좋은 전송 안테나를 이용해 전송하고, 시스템의 성능에 영향이 적어 중요도가 낮은 데이터 그룹은 전송 상태가 좋지 않은 전송 안테나를 이용해 송신한다.

도 1



(72) 발명자

**이주호**

경기도수원시 팔달구 영통동 살구골 현대아파트 703  
동 803호

**이용석**

경기도용인시 기흥읍 산성종합기술원

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

전송하고자 하는 데이터 열을 주어진 부호화 율에 따라 제1중요도를 가지는 제1비트 열과 상기 제1중요도보다 상대적으로 낮은 제2중요도를 가지는 제2비트 열을 발생하는 부호화기와, 상기 제1 및 제2비트 열 각각을 인터리빙하여 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 발생하는 인터리버와, 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 주어진 변조방식에 의해 변조하는 변조기를 포함하는 이동통신 송신장치에서, 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 적어도 두 개의 안테나들을 통해 전송하기 위해 상기 변조기로 제공하는 방법에 있어서,

각각의 안테나들의 전력상태정보에 따라 상기 제1인터리빙된 비트 열로부터의 비트들의 조합을 나타내는 제1조합 비트 열들 또는 상기 제2인터리빙된 비트 열로부터의 비트들의 조합을 나타내는 제2조합 비트 열들 또는 상기 제1인터리빙된 비트 열과 상기 제2인터리빙된 비트 열로부터의 비트들의 조합을 나타내는 제3조합 비트 열들의 조합을 발생하고, 상기 제1 조합 비트열 또는 제2 조합 비트열 또는 제3 조합 비트열들의 각각의 비트 수는 상기 변조방식에 의해 정해짐을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전력상태정보에 따른 전송상태가 좋은 안테나에 대해서는 제1조합 비트 열을 발생하고, 상기 전송상태정보에 따른 전송상태가 좋지 않은 안테나에 대해서는 상기 제2조합 비트 열을 발생하며, 상기 전력상태정보에 따른 중간 정도의 전송상태를 가지는 안테나에 대해서는 상기 제3조합 비트 열을 발생함을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 방법.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제1조합 비트 열들과 상기 제2조합 비트 열들 및 상기 제3조합 비트 열들의 조합에 의한 비트 열들의 수는 상기 안테나들의 수에 대응함을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 방법.

### 청구항 4

전송하고자 하는 데이터 열을 주어진 부호화 율에 따라 제1중요도를 가지는 제1비트 열과 상기 제1중요도보다 상대적으로 낮은 제2중요도를 가지는 제2비트 열을 발생하는 부호화기와, 상기 제1 및 제2비트 열을 각각 인터리빙하여 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 발생하는 인터리버와, 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 주어진 변조방식에 의해 변조하는 변조기를 포함하는 이동통신 송신장치에서, 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 적어도 두 개의 안테나들을 통해 전송하기 위해 상기 변조기로 제공하는 방법에 있어서,

각각의 안테나들의 전력상태정보에 따라 상기 제1인터리빙된 비트 열을 상기 각각의 안테나별 제1할당 비트 열들로 분배하고, 상기 제2인터리빙된 비트 열을 상기 각각의 안테나별 제2할당 비트 열들로 분배하는 과정과,

상기 각각의 안테나별로 분배한 상기 제1할당 비트 열들과 상기 제2할당 비트 열들을 조합하여 조합 비트 열들을 생성하여 상기 변조기로 제공하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 방법.

### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 조합 비트 열들 각각의 비트 수는 상기 변조방식에 의해 정해짐을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 방법.

### 청구항 6

제4항에 있어서, 상기 전력상태정보에 따른 전송상태가 좋은 안테나에 대해서는 상기 제1인터리빙된 비트 열로부터 상기 변조방식에 의해 정해진 비트 수단크의 제1인터리빙된 비트들을 상기 제1할당 비트 열로 분배하고, 상기 제2할당 비트 열은 분배하지 않음을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신

시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 상기 전력상태정보에 따른 전송상태가 좋지 않은 안테나에 대해서는 상기 제2인터리빙된 비트 열로부터 상기 변조방식에 의해 정해진 비트 수만큼의 제2인터리빙된 비트들을 상기 제2할당 비트 열로 분배하고, 상기 제1할당 비트 열은 분배하지 않음을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 전력상태정보에 따른 전송상태가 중간정도인 안테나에 대해서는 상기 부호화율의 비율에 의해 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열로부터 상기 제1 및 제2할당 비트 열을 분배함을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 방법.

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 변조기에서 상기 조합 비트 열을 상기 주어진 변조방식에 의해 변조함에 있어 상기 조합 비트 열을 구성하는 제1인터리빙된 비트들은 하나의 변조 심벌을 구성하는 비트 위치들 중 전송 상태에 따라 상대적으로 에러 발생 확률이 낮은 비트 위치에 매핑하며, 상기 조합 비트 열을 구성하는 제2인터리빙된 비트들은 상기 비트 위치들 중 상대적으로 전송 상태에 따라 상대적으로 에러 발생 확률이 높은 비트 위치에 매핑함을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 방법.

#### 청구항 10

전송하고자 하는 데이터 열을 주어진 부호화율에 따라 제1중요도를 가지는 제1비트 열과 상기 제1중요도보다 상대적으로 낮은 제2중요도를 가지는 제2비트 열을 발생하는 부호화기와, 상기 제1 및 제2비트 열을 각각 인터리빙하여 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 발생하는 인터리버와, 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 주어진 변조방식에 의해 변조하는 변조기를 포함하는 이동통신 송신장치에서, 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 적어도 두 개의 안테나들을 통해 전송하기 위해 상기 변조기로 제공하는 장치에 있어서,

각각의 안테나들의 전력상태정보에 따라 상기 제1인터리빙된 비트 열을 상기 각각의 안테나별 제1할당 비트 열들로 분배하고, 상기 제2인터리빙된 비트 열을 상기 각각의 안테나별 제2할당 비트 열들로 분배하는 분배기와,

상기 각각의 안테나별로 분배한 상기 제1할당 비트 열들과 상기 제2할당 비트 열들을 조합하여 조합 비트 열들을 생성하여 상기 변조기로 제공하는 다중화기를 포함함을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 장치.

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 조합 비트 열들 각각의 비트 수는 상기 변조방식에 의해 정해진 값을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 장치.

#### 청구항 12

제10항에 있어서, 상기 분배기는, 상기 전력상태정보에 따른 전송상태가 좋은 안테나에 대해서는 상기 제1인터리빙된 비트 열로부터 상기 변조방식에 의해 정해진 비트 수만큼의 제1인터리빙된 비트들을 상기 제1할당 비트 열로 분배하고, 상기 제2할당 비트 열은 분배하지 않음을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 장치.

#### 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 분배기는, 상기 전력상태정보에 따른 전송상태가 좋지 않은 안테나에 대해서는 상기 제2인터리빙된 비트 열로부터 상기 변조방식에 의해 정해진 비트 수만큼의 제2인터리빙된 비트들을 상기 제2할당 비트 열로 분배하고, 상기 제1할당 비트 열은 분배하지 않음을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 장치.

#### 청구항 14

제13항에 있어서, 상기 분배기는, 상기 전력상태정보에 따른 전송상태가 중간정도인 안테나에 대해서는 상기 부호화율의 비율에 의해 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열로부터 상기 제1 및 제2할당 비트 열을 분배함을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 장치.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 변조기에서 상기 조합 비트 열을 상기 주어진 변조방식에 의해 변조함에 있어 상기 조합 비트 열을 구성하는 제1인터리빙된 비트들은 하나의 변조 심벌을 구성하는 비트 위치들 중 전송 상태에 따라 상대적으로 에러 발생 확률이 낮은 비트 위치에 매핑하며, 상기 조합 비트 열을 구성하는 제2인터리빙된 비트들은 상기 비트 위치들 중 전송 상태에 따라 상대적으로 에러 발생 확률이 높은 비트 위치에 매핑함을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 장치.

#### 청구항 16

적어도 두 개의 안테나들을 통해 변조된 조합 비트 열들을 수신하고, 상기 변조된 조합 비트 열들을 상기 안테나별로 복조하여 조합 비트 열들을 출력하는 복조기와, 상기 조합 비트 열로부터의 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 디인터리빙하여 제1 및 제2비트 열을 발생시키는 디인터리버와, 상기 디인터리빙되어 출력되는 제1중요도를 가지는 제1비트 열과 상기 제1중요도보다 상대적으로 낮은 제2중요도를 가지는 제2비트 열로부터 데이터 열을 복호하는 복호화기를 포함하는 이동통신 수신장치에서, 상기 조합 비트 열들로부터 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 분리하는 방법에 있어서,

각각의 안테나들의 전력상태정보에 따라 상기 안테나별로 복조된 상기 조합 비트 열들 각각으로부터 제1할당 비트 열과 제2할당 비트 열을 분리하는 과정과,

상기 안테나별로 분리한 제1할당 비트 열들을 상기 제1인터리빙된 비트 열로 다중화하고, 상기 안테나별로 분리한 제2할당 비트 열들을 상기 제2인터리빙된 비트 열로 다중화하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 방법.

#### 청구항 17

제16항에 있어서, 상기 제1 할당 비트 열과 상기 제2 할당 비트 열들을 조합하여 생성한 조합 비트 열들 각각의 비트 수는 송신장치에서 사용한 변조방식에 의해 정해진 값을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 방법.

#### 청구항 18

제16항에 있어서, 상기 전력상태정보에 따른 전송상태가 좋은 안테나에 대해 복조된 조합 비트 열로부터 분리되는 제1인터리빙된 비트 열은 송신장치에서 사용한 변조방식에 의해 정해진 비트 수만큼의 제1인터리빙된 비트들을 가지며, 제2인터리빙된 비트 열은 존재하지 않음을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 방법.

#### 청구항 19

제18항에 있어서, 상기 전력상태정보에 따른 전송상태가 좋지 않은 안테나에 대해 복조된 조합 비트 열로부터 분리되는 제2인터리빙된 비트 열은 상기 송신장치에서 사용한 변조방식에 의해 정해진 비트 수만큼의 제2인터리빙된 비트들을 가지며, 제1인터리빙된 비트 열은 존재하지 않음을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 방법.

#### 청구항 20

제19항에 있어서, 상기 전력상태정보에 따른 전송상태가 중간정도인 안테나에 대해 상기 부호화율의 비율에 의해 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열로부터 상기 제1 및 제2할당 비트 열을 분배함을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 방법.

## 청구항 21

적어도 두 개의 안테나들을 통해 변조된 조합 비트 열들을 수신하고, 상기 변조된 조합 비트 열들을 상기 안테나별로 복조하여 조합 비트 열들을 출력하는 복조기와, 상기 조합 비트 열로부터 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 디인터리빙하여 제1 및 제2비트 열을 발생하는 디인터리버와, 상기 디인터리빙되어 출력되는 제1중요도를 가지는 제1비트 열과 상기 제1중요도보다 상대적으로 낮은 제2중요도를 가지는 제2비트 열로부터 데이터 열을 복호하는 복호화기를 포함하는 이동통신 수신장치에서, 상기 제3조합 비트 열들로부터 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 분리하는 장치에 있어서,

각각의 안테나들의 전력상태정보에 따라 상기 안테나별로 복조된 상기 조합 비트 열들 각각으로부터 제1할당 비트 열과 제2할당 비트 열을 분리하는 역다중화기와,

상기 안테나별로 분리한 제1할당 비트 열들을 상기 제1인터리빙된 비트 열로 다중화하고, 상기 안테나별로 분리한 제2할당 비트 열들을 상기 제2인터리빙된 비트 열로 다중화하는 다중화기를 포함함을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 장치.

## 청구항 22

제21항에 있어서, 상기 제1 할당 비트 열과 상기 제2 할당 비트 열들을 조합하여 생성한 조합 비트 열들 각각의 비트 수는 송신장치에서 사용한 변조방식에 의해 정해진 값을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 장치.

## 청구항 23

제21항에 있어서, 상기 전력상태정보에 따른 전송상태가 좋은 안테나에 대해 복조된 조합 비트 열로부터 분리되는 제1인터리빙된 비트 열은 송신장치에서 사용한 변조방식에 의해 정해진 비트 수만큼의 제1인터리빙된 비트들을 가지며, 제2인터리빙된 비트 열은 존재하지 않음을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 장치.

## 청구항 24

제23항에 있어서, 상기 전력상태정보에 따른 전송상태가 좋지 않은 안테나에 대해 복조된 조합 비트 열로부터 분리되는 제2인터리빙된 비트 열은 상기 송신장치에서 사용한 변조방식에 의해 정해진 비트 수만큼의 제2인터리빙된 비트들을 가지며, 제1인터리빙된 비트 열은 존재하지 않음을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 장치.

## 청구항 25

제24항에 있어서, 상기 전력상태정보에 따른 전송상태가 중간정도인 안테나에 대해 복조된 조합 비트 열로부터 분리되는 제2인터리빙된 비트 열은 상기 송신장치에서 사용한 변조방식에 의해 정해진 비트 수만큼의 제2인터리빙된 비트들을 가지며, 제1인터리빙된 비트 열은 존재하지 않음을 특징으로 하는 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 다양한 채널상태에 따른 데이터 송/수신 장치.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<10> 본 발명은 어레이 안테나를 사용하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서의 데이터 송/수신장치 및 방법에 관한 것으로, 특히 적응 변조 및 코딩기법을 요구하는 고속 데이터 전송에 적합한 데이터 송/수신장치 및 방법에 관한 것이다.

<11> 이동통신시스템은 초기의 음성 위주의 서비스를 제공하던 것에서 벗어나 데이터 서비스 및 멀티미디어 서비스 등을 제공하는 고속, 고품질의 무선 데이터 패킷 통신시스템으로 발전하고 있다. 현재 3GPP를 중심으로 진행되고 있는 HSDPA(High Speed Downlink Packet Access)와 3GPP2를 중심으로 진행되고 있는 1xEV-DV에 대한 표준화



는 3세대 이동통신시스템에서 2Mbps 이상의 고속, 고품질의 무선 데이터 패킷 전송 서비스에 대한 해법을 찾기 위한 노력의 대표적인 반증이라 볼 수 있다. 한편, 4세대 이동통신시스템은 그 이상의 고속, 고품질의 멀티미디어 서비스 제공을 근간으로 하고 있다.

<12> 무선통신에서 고속, 고품질의 데이터 서비스를 저해하는 요인은 대체적으로 채널 환경에 기인한다. 상기 무선통신을 위한 채널은 백색잡음 외에도 페이딩으로 인한 수신된 신호전력의 변화, 섀도잉(Shadowing), 단말기의 이동 및 빈번한 속도 변화에 따른 도플러 효과, 타 사용자 및 다중경로 신호에 의한 간섭 등으로 인해 채널 환경이 자주 변화하게 된다. 따라서, 상기의 고속 무선 데이터 패킷 서비스를 제공하기 위해서는 기존 2세대 혹은 3세대 이동통신시스템에서 제공되던 일반적인 기술 외에 채널 변화에 대한 적응 능력을 높일 수 있는 다른 진보된 기술이 필요하다. 기존 시스템에서 채택하고 있는 고속 전력제어방식도 채널 변화에 대한 적응력을 높여주지만, 고속 데이터 패킷 전송시스템 표준을 진행하고 있는 3GPP, 3GPP2에서는 적응변복조/부호화 기법 및 복합재전송 기법(HARQ: Hybrid Automatic Repeat Request)이 공통적으로 언급되고 있다.

<13> 상기 적응변복조/부호화 기법은 하향링크 채널의 변화에 따라 변조방식과 채널 부호기의 부호율을 변화 시켜주는 방법이다. 상기 하향링크의 채널품질정보는 대개 단말수신기에서 신호 대 잡음 비를 측정하여 얻을 수 있다. 한편, 단말은 상기 하향링크의 채널품질정보를 상향링크를 통해 기지국으로 전송한다. 상기 기지국은 상기 하향링크의 채널품질정보를 바탕으로 하여 상기 하향링크의 채널 상태를 예측하고, 그 예측된 값을 바탕으로 적절한 변조방식과 채널 부호기의 부호율을 지정하게 되는 것이다. 현재 HSDPA와 1X-EVDO에서 논의되는 변조방식으로는 QPSK, 8PSK, 16QAM 및 64QAM 등이 고려되고 있다. 채널 부호기의 부호율(Coding Rate)로는 1/2 및 3/4 등이 고려되고 있다. 따라서 적응변복조/부호화(AMCS) 기법을 사용하고 있는 시스템에서는 좋은 채널을 가지는 단말에 대해서는 고차 변조방식(16QAM, 64QAM)과 고 부호율(3/4)을 적용한다. 하지만, 상대적으로 좋지 않은 채널을 가지는 단말에 대해서는 저차 변조방식(QPSK, 8PSK)과 저 부호율(1/2)을 적용한다. 통상적으로 좋은 채널을 가지는 단말은 기지국 근처에 위치하는 단말이 될 수 있으며, 상대적으로 좋지 않은 채널을 가지는 단말은 셀의 경계에 위치하는 단말이 될 수 있다. 이와 같은 AMCS 기법은 고속전력제어에 의존하던 기존방식에 비해 간섭신호를 줄여줌으로써 평균적으로 시스템의 성능을 향상시켜주게 된다.

<14> 상기 복합재전송 기법은 초기에 전송된 데이터 패킷에 오류가 발생했을 경우, 상기 오류가 발생한 패킷을 보상해 주기 위해 재전송이 요구되는데, 이 때 사용되는 소정의 링크제어 기법을 의미한다. 상기 복합재전송 기법은 체이스 컴바이닝 기법(Chase Combining, 이하 "CC"로 약함), 전체 리던던시 증가 기법(Full Incremental Redundancy, 이하 "FIR"로 약함) 및 부분적 리던던시 증가 기법(Partial Incremental Redundancy, 이하 "PIR"로 약함)으로 구분할 수 있다. 상기 CC는 재전송 시 초기 전송과 동일한 전체 패킷을 전송하는 방식이다. 이때, 수신 단에서는 재 전송된 패킷과 초기 전송된 패킷을 컴바이닝함으로써 복호기로 입력되는 부호화 비트의 신뢰도를 향상시켜 전체적인 시스템 성능이득을 얻을 수 있다. 이 때, 동일한 두 개의 패킷들을 컴바이닝 하는 것은 반복 부호화와 유사한 효과가 발생하므로 평균적으로 약 3dB 정도의 성능이득 효과를 얻을 수 있다. 상기 FIR은 동일한 패킷 대신에 채널 부호기에서 발생하는 잉여비트들로부터 이루어진 패킷을 재 전송시켜 줌으로써 수신단에 있는 복호기의 부호화 이득(Coding gain)을 개선시켜 주는 방법이다. 즉, 상기 복호기는 복호 시 초기 전송된 정보뿐만 아니라 새로운 잉여비트들을 이용함으로써 결과적으로 부호화 이득을 증가시킨다. 이는 복호기의 성능을 증대시켜주게 된다. 일반적으로 낮은 부호율에 의한 성능 이득이 반복 부호화에 의한 성능 이득보다 더 크다는 것은 부호이론에서 이미 잘 알려진 사실이다. 따라서 성능 이득만을 고려할 경우, 상기 FIR은 상기 CC에 비해 더 좋은 성능을 나타낸다. 상기 FIR과는 달리 상기 PIR은 재전송 시 정보비트들과 새로운 잉여비트들의 조합으로 이루어진 데이터 패킷을 전송하는 방법이다. 이는 복호 시에 정보비트들에 대해서는 초기 전송된 정보비트들과 조합(Combining) 함으로써 상기 CC와 유사한 효과를 얻게 된다. 또한, 잉여비트들을 사용하여 복호화함으로써 상기 IR과도 유사한 효과를 얻게 된다. 상기 PIR은 상기 FIR보다는 부호화율이 다소 높게 되어 일반적으로 상기 FIR과 상기 CC의 중간 정도의 성능을 보여주게 된다. 하지만, 상기 복합재전송 기법은 성능 이외에도 수신기의 버퍼 크기 및 시그널링 등 시스템의 복잡도 측면에서 고려되어야 할 사항이 많으므로 어느 한 가지를 결정하는 것은 용이한 일이 아니다.

<15> 상기 적응변복조/부호화 방식과 상기 복합재전송 방식은 채널의 변화에 대한 적응능력을 높여주기 위한 독립적인 기술이다. 하지만 상기 두 방식들을 결합해서 사용하면 시스템의 성능을 크게 개선시켜 줄 수 있다. 즉, 상기 적응변복조/부호화 방식에 의해 하향채널 상황에 적합한 변조방식 및 채널 부호기의 부호율이 결정되면 이에 대응하는 데이터 패킷이 전송된다.

<16> 도 1은 기존의 고속 패킷 데이터 전송을 위한 송신기 구조의 일 예를 도시한 것이다.

<17> 상기 도 1을 참조하면, 채널 부호기(10)는 제어부(18)로부터의 제어를 받아 상기의 다양한 적응변복조/부호화 방식과 복합재전송 방식을 구현할 수 있다. 상기 채널 부호기(10)는 부호기와 천공기로 이루어진다. 상기 채널 부호기(10)의 입력단에 데이터 전송속도에 알맞은 소정의 데이터가 입력되면 전송 에러율을 줄여주기 위해 상기 부호기에서 부호화를 진행한 후, 상기 부호화를 통한 부호화 비트들을 채널 인터리버(14)로 직렬 출력시킨다. 상기 채널 인터리버(14)의 기능은 페이딩 채널에 대응하기 위한 장치로 한 정보(예: 음성신호의 한 단어)를 이루는 비트들을 서로 멀리 떨어지게 함으로써 동시에 한 정보를 잃는 확률을 낮출 수 있다. 상기 인터리빙된 신호는 변조기(16)에서 심벌로 변조되어 전송된다. 이후 수신단에서 수신된 패킷의 오류 판정 과정을 거친 후 오류 판정 결과를 송신단으로 알려준다. 상기 송신단에서는 오류가 없을 경우 새로운 패킷을 전송하게 되고, 오류가 있을 경우에는 기 전송된 데이터를 재 전송하게 된다. 상기 재 전송은 상기 기술된 복합 재전송 기법에 따라 처음 전송한 데이터와 동일한 전송 데이터를 전송(CC의 경우)하든지 혹은 새로 채널 코딩된 데이터를 전송(FIR 혹은 PIR 경우)할 수 있다. 차세대 이동통신 시스템에서는 고속의 멀티미디어 데이터의 신뢰성 있는 전송을 위해 더욱 강력한 채널 코딩기법이 요구된다. 상기 채널 부호기(10)를 구현하는 일 예로 터보 부호기를 들 수 있다. 상기 터보 부호기를 이용하는 채널 코딩 기법은 낮은 신호대 잡음비에서도 비트 에러율(BER) 관점에서 샤논 한계(Shannon limit)에 가장 근접하는 성능을 보이는 것으로 알려져 있다. 이는 현재 3GPP와 3GPP2에서 진행 중인 상기 HSDPA 및 1xEV-DV 표준화에도 채택되고 있는 방식이다.

<18> 상기 터보 부호기의 출력은 정보비트들(Systematic Bits)과 잉여비트들(Parity Bits)로 구별될 수 있다. 상기 정보비트들(Systematic Bits)은 보내고자 하는 데이터 그 자체를 의미한다. 상기 잉여비트들(Parity Bits)은 수신기에서 전송 중 발생한 에러를 보정하기 위해 추가되는 잉여 신호이다. 상기 도 1에는 도시되어 있지 않지만, 부호분할다중접속 이동통신시스템에는 상기 채널 부호기(10)내에 천공기가 포함되어 있다. 상기 천공기는 천공 패턴 선택기에서 선택된 천공 패턴에 따라 상기 채널 부호기(10)의 출력 중 상기 정보 비트 혹은 잉여 비트를 선별적으로 천공, 출력시킨으로써 결정된 부호율 및 복조율을 만족시킬 수 있다.

<19> 상기 채널 부호기의 상세 동작을 설명하면, 상기 채널 부호기(10)에 입력된 신호는 그대로 정보비트들(Systematic Bits)의 열(X)로써 출력된다. 첫 번째 내부 부호기를 통해서는 상기 입력된 신호에 대해 부호화를 수행함으로써 두 개의 서로 다른 잉여비트들(Parity Bits)의 열들(Y1, Y2)을 출력한다. 상기 입력 신호는 상기 채널 부호기(10)의 내부 인터리버로 입력된다. 상기 내부 인터리버에 의해 인터리빙된 신호는 그대로 인터리빙된 정보 비트들의 열(X')로써 출력됨과 동시에 두 번째 부호기로 입력되어 부호화를 통해 두 개의 서로 다른 잉여비트들(Parity Bits)의 열들(Z1, Z2)로써 출력된다. 상기 정보비트들(Systematic Bits)의 열들(X, X') 및 상기 잉여비트들(Parity Bits)의 열들(Y1, Y2, Z1, Z2)은 채널 부호기 내부의 천공기로 입력된다. 상기 천공기는 상기 제어부(18)로부터의 제어신호에 의해 선택된 천공 패턴(Puncturing Pattern)을 이용하여, 상기 정보비트들(Systematic Bits)의 열(X), 상기 인터리빙된 정보비트들(Systematic Bits)의 열(X') 및 상기 네 개의 서로 다른 잉여비트들(Parity Bits)의 열들(Y1, Y2, Z1, Z2)을 천공함으로써 원하는 정보비트들과 잉여비트들만을 출력한다. 상기 천공기에서의 천공 패턴은 천공 패턴 발생기에서 공급받게 된다. 상기 천공패턴은 부호율과 복합재전송 방식에 따라 달라지게 된다. 즉, 상기 복합재전송 방식이 CC의 경우, 소정의 부호율에 따라 정보비트들과 잉여비트들의 고정된 조합을 갖도록 상기 부호화 비트를 천공함으로써 매 전송 시 동일한 패킷을 보낼 수 있다. 하지만, 상기 복합재전송 기법이 IR의 경우, 초기전송 시는 정보비트들과 잉여비트들의 조합으로 천공하고, 상기 IR이 PIR인지 FIR인지에 따라 재전송 시 정보비트들의 포함 여부가 결정된다. 하지만, 상기 PIR과 상기 FIR 모두 다양한 잉여비트들의 조합으로 천공해줌으로써 전체적으로 부호화 이득을 높이는 효과를 가질 수 있다.

상기 채널 부호기(10)로부터 출력되는 정보비트들과 잉여비트들은 인터리버(14)로 입력된다. 상기 인터리버(14)는 상기 정보비트들과 잉여비트들로 이루어진 부호화 비트들에 대해 인터리빙을 수행한다. 따라서 상기 정보비트들과 잉여비트들은 혼합되어 하나의 비트 열로써 출력된다. 상기 인터리빙이 이루어진 부호화 비트들의 열은 변조기(16)로 입력된다. 상기 변조기(16)는 상기 제어기(18)의 제어에 의해 주어진 변조방식에 의해 상기 부호화 비트들의 열을 변조하여 변조 심벌들을 출력한다. 상기 변조기(16)로부터 출력되는 변조심벌들은 전송 안테나 할당기(20)에 의해 안테나 어레이를 구성하는 복수의 안테나들 각각에 대응하여 분배된다. 상기 각 안테나별로 분배된 변조심벌들은 할당된 안테나들을 통해 전송된다.

도 2는 상기 도 1을 참조하여 살펴본 송신기에 대응한 수신기의 구성을 보이고 있는 도면이다.

상기 도 2를 참조하면, 하나의 안테나 어레이를 구성하는 복수의 수신 안테나들을 통해 변조심벌들이 수신되며, 상기 수신 안테나별로 수신된 변조 심벌들은 안테나별 데이터 결합기(48)로 입력된다. 상기 안테나별 데이터 결합기(48)는 상기 수신 안테나별로 수신되는 변조심벌들을 하나의 변조 심벌들의 열로 다중화하여 출력한다. 상기 하나의 변조 심벌들의 열은 복조기(50)로 제공되어 송신기에서 사용된 변조방식에 대응한 복조방식에 의해

복조되어 부호화 비트들의 열로써 출력된다. 상기 부호화 비트들의 열은 디인터리버(54)로 입력되어 상기 송신기에서 사용된 인터리빙 패턴에 의해 디인터리빙이 이루어진다. 상기 디인터리빙된 부호화 비트들의 열은 채널 디코더(56)로 입력되어 상기 제어기(58)의 제어에 의해 복호되고, 상기 복호된 데이터 열은 수신 데이터로써 출력된다.

- <20> 통상적으로 고속 패킷 데이터 전송을 위한 송신기 및 수신기에서는 전송하는 데이터가 소정 비율로 에러가 발생할 경우 정보비트들에서 발생한 에러가 잉여비트들에서 발생한 에러보다 전체 이동통신시스템의 성능에서 상대적으로 더 큰 영향을 미친다. 따라서, 전체적으로는 동일한 에러율을 유지한다고 가정하면, 잉여비트들에서 발생하는 에러가 정보비트들에서 발생하는 에러보다 상대적으로 더 많으면 수신기는 반대의 경우보다 더 정확하게 디코딩을 수행할 수 있음을 알 수 있다. 이는 정보비트들이 실질적으로 디코더에 큰 영향을 주는데 반하여 잉여비트들로 인한 영향은 상대적으로 작다고 할 수 있다. 그 이유는 상기 잉여비트들이 전송 중 발생한 에러를 디코딩 시에 보정하기 위해 추가되는 여분의 부호화 비트들이기 때문일 것이다.
- <21> 기존의 이동통신시스템의 송신기를 구성하는 인터리버(14)는 정보비트들과 잉여비트들의 중요도에 상관없이 심벌 인터리빙을 한다. 다시 말해, 종래의 송신기는 정보비트들과 잉여비트들을 구별하지 않고 섞어서 안테나 어레이의 각 전송 안테나별로 데이터를 분할하여 실어 보낸다. 이 경우 다수의 전송 안테나들의 전송 능력이 모두 동일하지 않아 특정 전송 안테나의 송신 능력이 나쁘면 정보비트들과 잉여비트들에서 비슷한 비율로 에러가 발생하여, 전체 시스템의 성능에 영향을 미칠 수 있다. 이는 시스템의 성능이 잉여비트들에서만 에러가 발생할 때보다 더 나빠진다는 것을 의미한다. 따라서, 각 전송 안테나들에서 송신된 신호들의 채널 상태를 고려하여 정보비트들에서 에러가 발생할 확률을 줄여 줌으로써 전체적인 시스템 성능을 높일 수 있는 기술도 필요하다.
- <22> 또한 다중 안테나를 이용하여 데이터의 송/수신을 수행하는 이동통신시스템에서 다수의 전송 안테나들간 전송상태가 비슷한 경우에는 상기와 같이 정보비트들과 잉여비트들로 전송 데이터를 분리하여 데이터를 전송해도 성능 이득이 발생하지 않을 수 있다. 이 경우에는 변조할 때 정보비트들은 심벌을 구성하는 비트 중에서 에러에 강한 위치에 해당되는 비트에 할당하고, 잉여비트들은 에러에 상대적으로 민감한 위치에 할당함으로써 시스템의 성능을 향상시킬 수 있게 된다.
- <23> 하지만 이동통신시스템의 성능을 향상시키기 위한 상기의 기술들은 별도로만 사용되어 왔다. 즉, 다중 안테나를 사용하는 이동통신시스템에서 전송 안테나별 채널의 상태는 상기의 두 기술들 각각에만 적용되는 형태로 발생하지 않는다. 오히려 두 기술들이 동시에 사용될 때 극복이 가능한 채널의 상태를 가지게 된다. 따라서 상기의 두 기술을 혼용하여 사용하는 것이 필요하다.
- <24> 상기 설명된 기존의 복합재전송 기술과 적응변복조/부호화 기술은 고속 패킷 통신에 있어서 시스템 전반에 큰 성능 향상을 가져왔다. 또한 현재도 이들 기술에 대해 더 발전된 방법을 고안하기 위한 많은 노력이 이루어지고 있다. 이에 일 예로 재 전송을 할 때 수신 채널의 상태가 변화할 경우 적응변복조/부호화(AMCS)의 정도를 변동하는 방식이 제안되고 있다. 즉, 초기전송과 재전송에서 채널의 상태에 따른 최적의 전송방법을 선택하는 것이 필수적이 되고 있다.
- <25> 또한 기지국과 이동국에 사용하는 송/수신안테나의 수를 다수 개로 하여 전송속도를 높이는 방법까지 제안되고 있다. 이는 다수의 전송 안테나들이 서로 다른 전송특성을 가지고 있기 때문에 이를 고려한 전송 방법에 관한 연구도 요구되고 있다.
- <26> 상기 다수의 송/수신안테나들을 사용하여 전송할 때 각 안테나들의 채널상태들은 시간에 따라 변한다. 상기 각 안테나들간 채널특성 혹은 채널상태의 차이는 다양한 형태를 가질 수 있다. 이에 따라 각 안테나들의 전송을 위해 채널들의 상태를 이용하는 방법 또한 한 가지만 가지고는 이루어질 수 없게 되었다. 상황에 따라서는 다수의 송/수신안테나들의 전송상태가 단순히 정보비트들과 잉여비트들만을 구분하여 전송할 수 있도록 이루어질 수 있다. 하지만, 때에 따라서는 각 송/수신안테나들의 전송상태가 서로 비슷하여 송/수신안테나들간 중요도를 판단할 수 없게 될 수도 있다. 이런 경우에는 심벌을 구성하는 비트들간의 중요도만을 구분하여 중요도가 높은 정보비트들과 상기 정보비트들에 비해 상대적으로 중요도가 떨어지는 잉여비트들로 나누어 한 심벌에 할당하는 방법을 통해 전체 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.
- <27> 따라서 다수의 송/수신안테나들의 전송상태가 다양하게 발생하는 경우를 예측하여, 각 경우에 대해 유연하게 적용할 수 있는 시스템의 연구가 요구된다.

*발명이 이루고자 하는 기술적 과제*

- <28> 따라서, 상기한 바와 같은 요구를 만족하기 위한 본 발명의 목적은 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템의 전체 시스템 성능을 향상시키는 새로운 데이터 송/수신 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <29> 본 발명의 다른 목적은 채널의 전송상태가 상이함을 이용하여 데이터 수신 성능에 영향을 미치는 정도에 따라 전송 데이터를 분류하여 다중의 전송 안테나별로 다른 데이터를 전송하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <30> 본 발명의 또 다른 목적은 전송하고자 하는 데이터 비트들을 중요도에 따라 서로 다른 채널 환경을 가지는 안테나를 통해 전송하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <31> 본 발명의 또 다른 목적은 전송하고자 하는 데이터 비트들 중 중요도가 높은 부호화 비트들은 채널 상태가 양호한 안테나를 통해 전송하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <32> 본 발명의 또 다른 목적은 전송하고자 하는 데이터 비트들 중 중요도가 상대적으로 낮은 부호화 비트들은 채널 상태가 상대적으로 양호하지 않는 안테나를 통해 전송하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <33> 본 발명의 또 다른 목적은 전송하고자 하는 데이터 비트들의 중요도에 따라 심벌의 서로 다른 신뢰도를 가지는 위치에 매핑하고, 이를 서로 다른 채널 상태를 가지는 안테나들에 적절하게 분산하여 전송하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <34> 본 발명의 또 다른 목적은 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에 있어서 데이터 전송을 시간에 따라 변하는 채널 환경에 최적으로 적응시키면서 변조할 때 심벌에 할당되는 데이터 비트의 위치를 이용하는 데이터 송/수신장치 및 방법을 제공함에 있다.
- <35> 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 제1견지에 있어, 본 발명은 전송하고자 하는 데이터 열을 주어진 부호화 율에 따라 제1중요도를 가지는 제1비트 열과 상기 제1중요도보다 상대적으로 낮은 제2중요도를 가지는 제2비트 열을 발생하는 부호화기와, 상기 제1 및 제2비트 열 각각을 인터리빙하여 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 발생하는 인터리버와, 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 주어진 변조방식에 의해 변조하는 변조기를 포함하는 이동통신 송신장치에서, 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 적어도 두 개의 안테나들을 통해 전송하기 위해 상기 변조기로 제공하는 방법에 있어, 각각의 안테나들의 전력상태정보에 따라 상기 제1인터리빙된 비트 열로부터의 비트들의 조합을 나타내는 제1조합 비트 열들 또는 상기 제2인터리빙된 비트 열로부터의 비트들의 조합을 나타내는 제2조합 비트 열들 또는 상기 제1인터리빙된 비트 열과 상기 제2인터리빙된 비트 열로부터의 비트들의 조합을 나타내는 제3조합 비트 열들의 조합을 발생하고, 상기 제1 조합 비트열 또는 제2 조합 비트열 또는 제3 조합 비트열들의 각각의 비트 수는 상기 변조방식에 의해 정해짐을 특징으로 한다.
- <36> 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 제2견지에 있어, 본 발명은 전송하고자 하는 데이터 열을 주어진 부호화 율에 따라 제1중요도를 가지는 제1비트 열과 상기 제1중요도보다 상대적으로 낮은 제2중요도를 가지는 제2비트 열을 발생하는 부호화기와, 상기 제1 및 제2비트 열을 각각 인터리빙하여 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 발생하는 인터리버와, 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 주어진 변조방식에 의해 변조하는 변조기를 포함하는 이동통신 송신장치에서, 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 적어도 두 개의 안테나들을 통해 전송하기 위해 상기 변조기로 제공하는 방법에 있어서, 각각의 안테나들의 전력상태정보에 따라 상기 제1인터리빙된 비트 열을 상기 각각의 안테나별 제1할당 비트 열들로 분배하고, 상기 제2인터리빙된 비트 열을 상기 각각의 안테나별 제2할당 비트 열들로 분배하는 과정과, 상기 각각의 안테나별로 분배한 상기 제1할당 비트 열들과 상기 제2할당 비트 열들을 조합하여 조합 비트 열들을 생성하여 상기 변조기로 제공하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.
- <37> 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 제3견지에 있어, 본 발명은 전송하고자 하는 데이터 열을 주어진 부호화 율에 따라 제1중요도를 가지는 제1비트 열과 상기 제1중요도보다 상대적으로 낮은 제2중요도를 가지는 제2비트 열을 발생하는 부호화기와, 상기 제1 및 제2비트 열을 각각 인터리빙하여 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 발생하는 인터리버와, 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 주어진 변조방식에 의해 변조하는 변조기를 포함하는 이동통신 송신장치에서, 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 적어도 두 개의 안테나들을 통해 전송하기 위해 상기 변조기로 제공하는 장치에 있어서, 각각의 안테나들의 전력상태정보에 따라 상기 제1인터리빙된 비트 열을 상기 각각의 안테나별 제1할당 비트 열들로 분배하고, 상기 제2인터리빙된 비트 열을 상기 각각의 안테나별 제2할당 비트 열들로 분배하는 분배기와, 상기 각각의 안테나별로 분배한 상기 제1할당 비트 열들과 상기 제2할당 비트 열들을 조합하여 조합 비트 열들을 생성하여 상기 변조기로 제공하는 다중화기를 포함함을 특징으로

한다.

<38> 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 제4건지에 있어, 본 발명은 적어도 두 개의 안테나들을 통해 변조된 조합 비트 열들을 수신하고, 상기 변조된 조합 비트 열들을 상기 안테나별로 복조하여 조합 비트 열들을 출력하는 복조기와, 상기 조합 비트 열로부터의 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 디인터리빙하여 제1 및 제2비트 열을 발생하는 디인터리버와, 상기 디인터리빙되어 출력되는 제1중요도를 가지는 제1비트 열과 상기 제1중요도보다 상대적으로 낮은 제2중요도를 가지는 제2비트 열로부터 데이터 열을 복호하는 복호화기를 포함하는 이동통신 수신 장치에서, 상기 조합 비트 열들로부터 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 분리하는 방법에 있어서, 각각의 안테나들의 전력상태정보에 따라 상기 안테나별로 복조된 상기 조합 비트 열들 각각으로부터 제1할당 비트 열과 제2할당 비트 열을 분리하는 과정과, 상기 안테나별로 분리한 제1할당 비트 열들을 상기 제1인터리빙된 비트 열로 다중화하고, 상기 안테나별로 분리한 제2할당 비트 열들을 상기 제2인터리빙된 비트 열로 다중화하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 제5건지에 있어, 본 발명은 적어도 두 개의 안테나들을 통해 변조된 조합 비트 열들을 수신하고, 상기 변조된 조합 비트 열들을 상기 안테나별로 복조하여 조합 비트 열들을 출력하는 복조기와, 상기 조합 비트 열로부터의 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 디인터리빙하여 제1 및 제2비트 열을 발생하는 디인터리버와, 상기 디인터리빙되어 출력되는 제1중요도를 가지는 제1비트 열과 상기 제1중요도보다 상대적으로 낮은 제2중요도를 가지는 제2비트 열로부터 데이터 열을 복호하는 복호화기를 포함하는 이동통신 수신 장치에서, 상기 제3조합 비트 열들로부터 상기 제1 및 제2인터리빙된 비트 열을 분리하는 장치에 있어서, 각각의 안테나들의 전력상태정보에 따라 상기 안테나별로 복조된 상기 조합 비트 열들 각각으로부터 제1할당 비트 열과 제2할당 비트 열을 분리하는 역다중화기와, 상기 안테나별로 분리한 제1할당 비트 열들을 상기 제1인터리빙된 비트 열로 다중화하고, 상기 안테나별로 분리한 제2할당 비트 열들을 상기 제2인터리빙된 비트 열로 다중화하는 다중화기를 포함함을 특징으로 한다.

#### 발명의 구성 및 작용

<39> 이하 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

<40> 후술될 상세한 설명에서는 상술한 기술적 과제를 이루기 위해 본 발명에 있어 한 개의 대표적인 실시 예를 제시할 것이다. 그리고 본 발명으로 제시될 수 있는 다른 실시 예들은 본 발명의 구성에서 설명으로 대체한다. 상기의 실시 예에서 공통적으로 기재되는 전송할 데이터에 대해 채널 코딩을 실시하고, 수신기에서의 수신 성능에 영향을 미칠 수 있는 데이터를 정보비트들과 잉여비트들로 구분하여 전송 안테나별로 할당되거나, 다중화하여 할당되기도 한다. 즉, 전송 안테나별로 할당될 때 데이터들은 채널 부호화를, 각 전송 안테나별 전송상태, 그리고 전송 안테나들간 전송상태의 관계에 따라 정보비트들만 전송되거나 혹은 잉여비트들만 전송되기도 한다. 그리고 정보비트들과 잉여비트들이 함께 변조되어 전송되기도 한다. 또한 이러한 데이터 전송은 복합제전송에서의 초기 전송과 재전송에서 동일한 방식으로 사용될 수 있다. 전송 데이터를 상기와 같이 여러 개의 데이터 그룹으로 분할할 때, 전체 전송 데이터 중에서 수신기의 성능에 영향을 많이 미치면 중요도가 높은 데이터로 분류하고, 상대적으로 수신기의 성능에 크게 영향을 미치지 않으면 상대적으로 중요도가 낮은 데이터로 분류한다.

<41> 본 발명의 실시 예를 설명하기 전에 본 발명의 구현에서 가정되고 있는 것들을 정리한다. 이러한 가정은 설명의 편의를 위하여 가정한 것이며, 이 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 구체적인 값들은 변경이 가능하고 본 발명의 사상을 이용하여 변경된 값에 따라 응용하는 것도 가능하다.

<42> 채널 부호기는 부호화율 1/2와 3/4로 동작이 가능하며, 변조방식으로는 QPSK, 8PSK, 16QAM, 64QAM을 모두 또는 일부 지원한다고 가정한다. 따라서 부호화 동작은 하기 <표 1>과 같이 구분된다.

표 1

<43>	부호화율	변조방식
	1/2	QPSK
		8PSK
		16QAM
		64QAM

3/4	QPSK
	8PSK
	16QAM
	64QAM

<44> 본 발명에서는 전체 이동통신시스템의 성능을 향상시키는 두 가지의 방식을 혼용함으로써 각각 별도로 사용할 때보다 채널의 변화에 더 잘 적응하고, 수신성능을 향상시키는 방법을 제안한다. 상기 두 가지 방식에 대해 각각 적용되는 방식을 살펴보고, 본 발명에서 제안하고 있는 시스템에 대해서 설명한다.

<45> 첫 번째 방법

<46> 상기에서 언급된 두 가지의 방법들 중에서 첫 번째 방법은 중요도에 따라 구분된 정보비트들(Systematic Bits)과 잉여비트들(Parity Bits)을 전송 안테나별로 분리하여 전송하는 방법이다.

<47> 상기 첫 번째 방법에 대해 보다 구체적으로 살펴보면, 부호화율이 대칭인 1/2인 경우 채널 부호기는 1 비트를 입력으로 받아 2 비트의 부호화 비트들을 출력한다. 이 경우 상기 2 비트의 부호화 비트들 중 1 비트는 정보비트이고, 나머지 1 비트는 잉여비트이다. 상기 부호화율이 비대칭으로 3/4인 경우의 채널 부호기는 3 비트를 입력으로 받아 4 비트의 부호화 비트들을 출력한다. 상기 부호화 비트들은 3 비트의 정보비트들과 1 비트의 잉여비트로 이루어진다.

<48> 앞서도 설명이 되었듯이 본 발명은 다중 전송 안테나, 즉 안테나 어레이를 포함하는 이동통신시스템이며 안테나 어레이는 전송해야 할 데이터를 여러 개의 전송 안테나들을 동시에 사용하여 전송한다. 또한 각각의 전송 안테나들은 서로 다른 무선 채널을 통과하기 때문에 각 무선 채널의 상태에 따라 서로 다른 전송 상태를 가진다. 만약 2 개의 전송 안테나들을 사용한다면, 전송 안테나의 채널 패턴은 [H,L]와 같거나 역의 패턴을 가질 수 있다. 여기에서 H는 전송 안테나를 통해 송신되는 데이터가 겪는 채널 상태가 양호하여, 전송되는 데이터에서 에러가 발생할 확률이 낮음을 의미한다. 이를, 전송 상태가 좋거나 전송 신뢰도가 높다고 정의한다. 그리고, L이면 전송 안테나를 통해 송신되는 데이터가 겪는 채널 상태가 상대적으로 나빠 채널 상태가 H인 전송 안테나보다 전송되는 데이터에서 에러가 발생할 확률이 높다. 이는, 전송상태가 나쁘거나 혹은 전송 신뢰도가 낮다고 정의한다. 이 경우 부호화 비트들 중에서 정보비트들은 전송상태가 좋은 전송 안테나에 할당하여 송신하고 상대적으로 중요도가 떨어지는 잉여비트들은 전송상태가 안 좋은 전송 안테나에 할당하여 전송함으로써 시스템 성능을 높인다. 부호화율과 전송 안테나의 전송 상태에 따라 각각의 데이터 비트/심벌들이 전송 안테나에 할당되는 예를 보면 다음과 같다.

<49> 만약, 부호화율이 1/2이고 전송 안테나의 수가 4개일 때는 다음과 같다.

<50> 전송 안테나를 4개 사용할 때 전송 안테나들의 전송상태 패턴은 [H, M, M, L], [H, M, L, L], [H, L, L, L], [H, L, x, x] 또는 [1, 2, 3, 4] 등처럼 정해질 수 있다. 상기의 패턴에서 "M"은 전송상태가 중간 정도인 것을 의미하며, "L"은 전송상태가 낮은 것을 의미하며, "x"는 전송하기가 힘들 정도로 전송 상태가 나쁘다는 것을 나타낸다. 또한, 1, 2, 3, 4는 전송상태의 상대적 순서를 나타낸다. H, L로 표현하든 1, 2, 3, 4등 순서를 나타내든 간에 전송상태가 좋은 상위 2개의 전송 안테나들은 중요도가 높은 정보비트들을 전송하고, 나머지 2개의 전송 안테나들을 통해서 중요도가 상대적으로 낮은 잉여비트들을 송신한다. 상기 전송 상태가 [H, x, x, L]이면 정보비트들은 전송 안테나의 전송 상태가 H인 전송 안테나들을 통해 송신하고, 잉여비트들은 전송 상태가 L인 전송 안테나들을 통해 송신한다. 또한 중요도에 의해 나누어진 전송 안테나별 데이터들은 동일한 채널 인터리빙 패턴 규칙과 변조방식을 적용할 수 있으며, 수신측에서 미리 알 수 있으면 서로 다른 채널 인터리빙이나 변조방식을 적용할 수도 있다.

<51> 다음으로, 전송 안테나별로 중요도가 다른 데이터를 분류하는 방법에서 부호화율이 3/4인 경우에 대해 살펴보면 다음과 같다.

<52> 부호화율이 3/4이면 3비트의 입력 정보 비트들에 대하여 3비트의 정보비트들과 1비트의 잉여비트를 생성한다. 이때 4개의 전송 안테나들의 전송상태 패턴이 [H, M, M, L]이면 상기 정보비트들은 전송상태가 "H", "M", "M"인 전송 안테나를 이용하여 전송하고, 상기 1개의 잉여비트는 전송상태가 "L"인 전송 안테나를 통해서 전송한다. 나머지에 대한 설명은 전술한 바와 유사하며, 전송 안테나 수가 증가하여도 각 안테나들의 전송 상태에 따라 정보비트들과 잉여비트들을 구별하여 전송하는 것이 가능하다.

<53> 두 번째 방법

<54> 수신단에서의 이동통신시스템의 성능을 높이는 기존의 두 가지 방법들 중에서 두 번째 방법은 부호화 비트들을 소정 변조방식에 의해 심벌 매핑을 수행함에 있어, 상기 부호화 비트들의 중요도에 의해 차별적으로 심벌 매핑이 이루어지도록 하는 것이다. 즉, 상기 부호화 비트들 중 중요도가 높은 부호화 비트들은 신뢰도가 높은 비트 위치에 매핑시키며, 상대적으로 중요도가 낮은 부호화 비트들은 상대적으로 신뢰도가 낮은 비트 위치에 매핑시키는 것이다.

<55> 상기 두 번째 방법에 대해 보다 구체적으로 살펴보면, 부호화율이 대칭인 1/2인 경우 채널 부호기는 1비트의 정보비트와 1비트의 잉여비트를 출력한다. 상기 부호화율이 비대칭인 3/4인 경우 채널 부호기는 3비트를 입력받아 4비트의 부호화 비트들을 출력한다. 상기 부호화 비트들은 3비트의 정보비트들과 1비트의 잉여비트로 이루어진다. 한편, 상기 <표 1>의 변조 방식들 중 하나인 16QAM에서 하나의 심벌은 [H, H, L, L]와 같이 4개의 비트 위치로 표현될 수 있으며, 64QAM에서는 [H, H, M, M, L, L]과 같이 6개의 비트 위치로써 표현될 수 있다. 상기에서 H, M, 그리고 L은 심벌을 구성하는 다수의 비트들이 심벌 내에서의 위치에 따라 결정되는 신뢰도에 해당된다. 따라서 상대적으로 중요한 전송 데이터 비트는 신뢰도가 높은 비트 위치에 매핑시키고, 상대적으로 덜 중요한 전송 데이터 비트는 신뢰도가 낮은 비트 위치에 매핑 시킴으로써 전체 이동통신시스템의 시스템 성능을 향상시킨다. 이하 상기 각각의 부호화율과 상기 16QAM, 64QAM 변조 방식에 의한 심벌 매핑을 개략적으로 살펴보면 다음과 같다.

<56> 첫 번째로, 1/2 부호화율과 16QAM 변조 방식을 사용하는 경우, 송신기에서는 2비트의 정보비트들을 신뢰도가 높은 두 개의 비트 위치 "H"에 매핑하고, 2비트의 잉여비트들은 상대적으로 신뢰도가 낮은 두 개의 비트 위치 "L"에 매핑한다. 이때는 길이가 고정된 인터리버를 사용하는 것이 바람직하다.

<57> 두 번째로, 3/4 부호화율과 16QAM 변조 방식을 사용하는 경우에는 송신기에서는 고정 길이를 가지는 인터리버를 사용하거나 변동 길이를 가지는 인터리버를 사용할 수 있다. 상기 고정 길이를 가지는 인터리버를 사용하는 경우에 있어 정보비트들을 인터리빙하기 위한 인터리버 길이와 잉여비트들을 인터리빙 하기 위한 인터리버 길이는 동일하다. 하지만, 상기 변동 길이를 가지는 인터리버를 사용하는 경우에 있어 상기 정보비트들을 인터리빙 하기 위한 인터리버 길이와 상기 잉여비트들을 인터리빙 하기 위한 인터리버 길이는 서로 상이할 수 있다.

<58> 먼저, 상기 고정 길이를 가지는 인터리버를 사용하는 경우에는 2비트의 정보비트들을 인터리빙 하여 신뢰도가 높은 두 개의 비트 위치 "H"에 매핑하고, 나머지 1비트의 정보비트와 1비트의 잉여비트는 인터리빙 하여 상대적으로 신뢰도가 낮은 "L"에 매핑한다. 따라서, 상기 인터리버의 길이를 고정하는 경우에는 복수의 인터리버들로 동일한 수의 부호화 비트들이 입력되도록 상기 부호화 비트들을 분배하기 위한 구성이 요구된다. 하지만, 변동 길이를 가지는 인터리버를 사용하는 경우에는 입력되는 정보비트들의 수와 잉여비트들의 수에 의해 인터리버의 길이를 가변한다. 즉, 3비트의 정보비트들을 인터리빙하여 두 개의 "H" 비트 위치들과 하나의 "L" 비트 위치에 매핑하고, 1비트의 잉여비트는 나머지 하나의 "L"비트 위치에 매핑한다.

<59> 세 번째로, 1/2 부호화율과 64QAM 변조 방식을 사용하는 경우의 송신기에서는 2비트의 정보비트들을 신뢰도가 높은 두 개의 비트 위치 "H"에 매핑하고, 나머지 1비트의 정보비트는 중간 신뢰도를 가지는 두 개의 비트 위치들 중 하나의 비트 위치 "M"에 매핑한다. 2비트의 잉여비트들은 낮은 신뢰도의 두 개의 비트 위치 "L"에 매핑하고, 나머지 1비트는 중간 신뢰도를 가지는 두 개의 비트 위치들 중 나머지 하나의 비트 위치 "M"에 매핑한다. 이때는 길이가 고정된 인터리버를 사용하는 것이 바람직하다.

네 번째로 3/4 부호화율과 64QAM 변조 방식을 사용하는 경우, 송신기에서는 고정 길이를 가지는 인터리버를 사용하거나 변동 길이를 가지는 인터리버를 사용할 수 있다. 상기 고정 길이를 가지는 인터리버를 사용하는 경우에는 정보비트들을 상기 심벌 패턴들 중 신뢰도가 높은 심벌들에 최대로 매핑될 수 있도록 상기 정보비트들과 상기 잉여비트들의 전송 비율을 결정하여 전송한다.

<60> 첫 번째 방법과 두 번째 방법의 결합

<61> 본 발명은 상기의 두 방식들을 결합함으로써 이동통신시스템의 성능을 추가적으로 높일 수 있는 방식을 제안한다. 채널의 상태는 상기의 첫 번째 방식과 두 번째 방식에 알맞게 발생하지 않기 때문에 두 방식의 혼합으로 인해 채널의 상태가 다양할 때에도 시스템의 성능을 안정적으로 증가시킬 수 있다.

<62> 본 발명에서 제안하고 있는 이동통신시스템은 안테나 어레이를 포함하는 기지국 및 이동국으로 구성된다. 상기 다중 안테나를 포함하는 이동통신시스템은 시스템의 성능에 영향을 미치는 정도에 따라 전송 데이터를 여러 개

의 그룹으로 분류한다. 예를 들어 상기 전송 데이터는 중요한 데이터 그룹과 중요하지 않은 데이터 그룹으로 분류할 수 있다. 이와 같이 분류된 전송 데이터는 전송채널의 상태에 따라 전송 안테나별로 보내주는 데이터의 종류가 다르다. 먼저, 전송 안테나별 전송상태가 좋은 것과 나쁜 것으로 구분될 때에는 전송 안테나별로 중요도가 다른 데이터를 전송한다. 이때 전송상태가 좋은 전송 안테나를 통해서 중요한 데이터를 보내고, 반대로 전송상태가 좋지 않은 전송 안테나를 이용해서는 중요도가 떨어지는 데이터를 전송한다. 다음으로 전송 안테나별로 전송상태가 비슷하거나 그 차이가 크지 않을 때에는 다수의 데이터 비트들을 한 심벌로 변조할 때 전송 신뢰도가 높은 비트 위치에는 중요한 데이터 비트를 할당하고, 상대적으로 전송 신뢰도가 낮은 비트 위치에는 중요도가 떨어지는 데이터를 전송한다.

<63> 상기와 같이 두 가지 방식을 함께 사용할 수 있는 채널의 전송상태 패턴은 [H, M, M, L], [H, H, H, L], [H, L, L, L], [H, H, H, H], [L, L, L, L] 등과 같이 전송 안테나들의 전송상태가 좋은 것과 나쁜 것의 비가 일정하지 않을 경우이다. 또한 전체 전송 안테나들의 전송상태가 모두 좋거나 모두 나쁠 경우 역시 전송 안테나별로 중요도가 다른 데이터를 구별하여 전송한다고 해서 전체 이동통신시스템의 성능을 향상시킬 수 없다. 반대로 전송 안테나들의 전송상태가 좋고 나쁜 것으로 구별이 될 경우는 데이터 비트의 변조를 위해 심벌을 구성하는 비트의 위치에 따른 전송 데이터 비트의 할당을 달리하는 방법은 이득이 발생하지 않을 수 있다. 따라서 이와 같은 경우에는 전송 안테나별 전송 데이터를 구분하여 전송하는 방법과 임의의 전송 안테나를 통해 전송하는 데이터 비트를 구별하여 심벌에 할당하는 방법을 함께 사용하여 이동통신시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.

<64> 예를 들어 채널의 전송상태 패턴이 [H M M L]인 경우에는 첫 번째 전송 안테나와 네 번째 전송 안테나의 전송상태가 각각 H와 L이기 때문에 정보비트들은 첫 번째 전송 안테나를 통해서 전송하고, 잉여비트들은 네 번째 전송 안테나를 통해서 전송한다. 또한, 두 번째 전송 안테나와 세 번째 전송 안테나는 동일한 전송상태를 가시기 때문에 한 심벌 내에서 신뢰도가 높은 비트 위치에는 정보비트들을 할당하고, 신뢰도가 낮은 비트 위치에는 잉여비트들을 할당한다. 상기의 경우는 부호화율이 1/2일 때 적용하기 쉬운 방식이다. 만약 부호화율이 3/4와 같다면 상기와 같이 두 가지 방식들을 혼용하는 것도 가능하다. 즉, 세 개의 정보비트들은 첫 번째, 두 번째, 그리고 세 번째 전송 안테나를 통해서 전송하고, 네 번째 전송 안테나를 통해서 잉여비트를 전송할 수 있다. 이와 같이 본 방식은 다수의 전송 안테나들이 가질 수 있는 무선 채널에 대한 전송상태에 제한을 두지 않고 적용가능하기 때문에 항상 최적의 성능을 가지도록 해준다.

<65> 그리고 전송 안테나들의 전송상태가 모두 좋거나 혹은 모두 나쁠 경우에는 전송 안테나별로 전송하는 데이터를 구별하지 않고, 변조를 위한 심벌 생성 시에 심벌을 구성하는 비트의 위치에 따라 다른 전송 데이터를 할당함으로써 전송 효율을 높이는 방식을 선택하여 전송한다. 앞서도 설명했듯이 본 발명이 제안하는 기술은 부호화와 각 전송 안테나별 변조 방식에 따라 그리고 채널의 다양한 전송상태에 따라 다양하게 적용될 수 있다.

<66> 본 발명에서 제안하는 방식으로 기지국이 데이터를 전송하면 이동국은 수신안테나 어레이 또는 하나의 수신안테나를 이용하여 기지국으로부터 송신된 신호를 수신한다. 이때, 전송 안테나 어레이의 각 전송 안테나에 대한 전송상태는 기지국에서 측정을 하거나 이동국이 측정하여 기지국으로 형성되는 역방향 채널을 통해 귀환된다. 기지국은 측정된 혹은 귀환된 정보를 이용하여 각 전송 안테나들의 전송상태들을 정하고, 상기 전송상태들을 기준으로 순위도 결정한다. 상기 결정된 안테나별 전송상태는 데이터 전송 방식을 결정하는 기준이 된다.

한편, 상기 기지국은 이동국으로부터 전송상태를 제공받기 위해서는 상기 이동국이 안테나별 전송상태를 측정할 수 있도록 파일럿 신호를 전송하여 주어야 한다. 따라서 기지국은 전송 안테나별로 할당된 데이터 그룹과 함께 공통 파일럿 채널을 통한 파일럿 신호를 상기 이동국으로 송신한다. 상기 이동국은 상기 파일럿 신호를 이용하여 다수의 전송 안테나들을 통해 수신된 신호들의 전송상태를 얻는다. 상기 이동국은 전송한 바에 의해 획득한 전송상태를 알리는 정보를 기지국으로 전송한다. 상기 기지국은 상기 정보를 수신하여 각 안테나별 전송상태를 판단하여 다음 전송 프레임의 코딩된 데이터 비트들을 중요도에 따라 안테나를 할당하거나 심벌 매핑을 수행한다. 한편, 상기 이동국은 자신이 상기 기지국으로 전송한 정보에 의해 다음 전송 프레임의 비트들이 어느 안테나 또는 어떠한 매핑 룰에 의해 심벌 매핑되어 수신될 것인지 알 수 있으므로 각 안테나별로 수신된 신호들을 복조 및 역 다중화하여 디코딩할 수 있다.

<67> 이하 본 발명에 의해, 송신 데이터를 다수의 데이터 그룹들로 분리하고, 나누어진 데이터 그룹들을 각 전송 안테나 별로 할당하거나 심벌 매핑에 있어 비트 위치를 구분하여 할당하는 것을 첨부된 도면을 참조하여 설명한다. 또한 후술될 본 발명에서는 기지국과 이동국에서 송/수신안테나 어레이를 이용하여 데이터를 송/수신함에 있어 각 안테나별 전송 상태에 관한 정보를 이용하는 것에 대해서도 설명될 것이다. 그러나 본 발명에서는 각 전송 안테나별 전송상태를 결정하는 주체에 관한 정의와 각 주체에 따라 전송상태에 관한 정보의 교환 여부



는 도시하지 않는다. 이는 MIMO 시스템에서 전송 안테나별로 전송하는 데이터의 중요도를 구분하여 전송하는 기술에서 이미 자세히 설명되어 있기 때문이다.

<68> 송신기의 구성 및 동작

<69> 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 이동통신시스템의 송신기 구조를 보이고 있는 도면이다. 즉, 상기 도 3은 입력된 전송 데이터를 이동통신시스템의 전송 안테나 어레이(72, 74, 76, 78)를 통해 전송하기 위한 송신기의 구조를 보여준다. 본 발명의 실시 예에서는 상기 <표 1>에서 보이고 있는 다양한 부호화율과 변조방식들 중에서 설명의 편의를 위해 부호화율은 1/2을 그리고 변조방식은 16QAM를 대표적인 예로써 설명한다.

<70> 채널 인코더(60)는 무선 채널을 통해 전송할 데이터를 입력으로 하고, 상기 입력되는 데이터를 소정 코드를 이용하여 부호화함으로써 부호화 비트들을 출력한다. 상기 소정 코드는 상기 입력되는 데이터를 부호화함으로써 전송하고자 하는 데이터 비트들과 상기 데이터 비트들의 에러 제어 비트들을 출력하도록 하는 코드를 통칭한다. 일 예로써 상기 부호화 비트들은 정보비트들과 잉여비트들로 구성된다. 상기 정보비트들과 잉여비트들을 생성하는 소정 코드로는 터보 코드, 시스터메틱 컨벌루셔널 코드 등이 있다. 상기 채널 인코더(60)는 부호화율에 따라 부호화 비트들을 생성하는데, 상기 부호화율은 제어기(70)에 의해 정해진다. 상기 부호화율이 1/2임을 가정하면 상기 채널 인코더(60)에서 생성되는 정보비트들과 잉여비트들의 비는 1:1이다. 즉, 1 비트의 데이터 비트가 입력되면 1비트의 정보비트와 1비트의 잉여비트가 출력됨을 알 수 있다. 상기 채널 인코더(60)의 출력은 시간에 대한 다이버시티 이득을 부여하는 인터리버(64)로 입력된다. 상기 인터리버(64)는 독립된 다수의 인터리버(64-1, 64-2)로 구성되어 있다. 제1인터리버(64-1)는 상기 정보비트들을 인터리빙하며, 제2인터리버(64-2)는 잉여비트들을 인터리빙 한다. 다수 개의 인터리버(64-1, 64-2)에 의해 인터리빙 된 정보비트들과 잉여비트들은 분배부(66)로 입력된다. 상기 분배부(66)는 상기 인터리버(64)와 같이 내부에 독립적인 다수의 분배부(66-1, 66-2)로 구성된다. 상기 분배기들(66-1, 66-2) 각각은 상기 인터리빙된 정보비트들(S)과 상기 인터리빙된 잉여비트들(P)을 제어부(80)의 제어에 의해 전송 안테나별로 할당된 만큼씩 분배하여 출력한다. 상기 전송 안테나별로 할당되는 총 부호화 비트들의 수는 상기 채널 인코더(60)의 부호화율과 변조방식에 의해 결정된다. 상기 분배부(66)가 상기 인터리빙된 부호화 비트들을 각 전송 안테나 별로 할당하는 경우의 수는 3가지가 존재한다. 상기 3가지 경우는 하나의 전송 안테나에 대해 상기 인터리빙된 부호화 비트들 중 인터리빙된 정보비트들 또는 인터리빙된 잉여비트들만을 분배하는 경우와 상기 인터리빙된 정보비트들과 상기 인터리빙된 잉여비트들이 혼합하여 분배하는 경우이다. 한편, 상기 3가지 경우들이 적용되는 것은 상기 전송 안테나들의 전송상태에 의해 결정된다. 즉, 전송상태가 양호한 전송 안테나에 대해서는 인터리빙된 정보비트들만을 분배하고, 전송상태가 양호하지 않는 전송 안테나에 대해서는 인터리빙된 잉여비트들만을 분배한다. 그리고 전송상태가 평이한 전송 안테나에 대해서는 인터리빙된 정보비트들과 인터리빙된 잉여비트들을 혼합하여 분배한다. 이를 위해 인터리빙된 정보비트들을 분배하는 분배기(66-1)는 각 전송 안테나별로 상기 총 부호화 비트들의 수 또는 상기 총 부호화 비트들의 수의 반만큼의 정보비트들을 분배하거나 아예 분배를 하지 않을 수도 있다. 상기 도 3에서는 상기 분배기(66-1)로부터 각 안테나별로 분배되는 정보비트들을 "S for Ant.#n" 으로 표시하고 있으며, 상기 "#n"은 대상 전송 안테나를 지정하는 인덱스 값이다. 또한, 인터리빙된 잉여비트들을 분배하는 분배기(66-2)는 각 전송 안테나별로 상기 총 부호화 비트들의 수 또는 상기 총 부호화 비트들의 수의 반만큼의 잉여비트들을 분배하거나 아예 분배하지 않을 수도 있다. 상기 도 3에서는 상기 분배기(66-2)로부터 각 안테나별로 분배되는 잉여비트들을 "P for Ant.#n" 으로 표시하고 있으며, 상기 "#n"은 대상 전송 안테나를 지정하는 인덱스 값이다.

예컨대, 부호화율이 1/2이고 변조방식이 16QAM이라고 할 때 상기 분배부(66)는 상기 인터리빙된 부호화 비트들을 각 전송 안테나별로 4 비트씩 분배한다. 상기 분배되는 4 비트는 인터리빙된 정보비트들, 인터리빙된 잉여비트들 또는 2비트의 인터리빙된 정보비트들과 2비트의 인터리빙된 잉여비트들이 혼합된 부호화 비트들이 될 수 있다. 이를 좀더 구체적으로 설명하면, 전송 안테나 어레이(72, 74, 76, 78)의 전송상태가 [H L M M]과 같은 경우 제1전송 안테나(72)를 통해서만 정보비트들만이 전송되도록 하고, 제2전송 안테나(74)를 통해서만 잉여비트들만이 전송되도록 하는 것이 바람직할 것이다. 또한, 제3 및 제4전송 안테나들(76, 78)을 통해서만 정보비트들과 잉여비트들을 혼합하여 전송하는 것이 바람직할 것이다. 따라서, 분배기(66-1)는 S for Ant.1에 대해 4비트의 인터리빙된 정보비트들을 분배하고, S for Ant.2에 대해서는 인터리빙된 정보비트를 분배하지 않으며, S for Ant.3과 S for Ant.4에 대해서는 2비트의 인터리빙된 정보비트들을 분배한다. 한편, 분배기(66-2)는 P for Ant.1에 대해 인터리빙된 잉여비트를 분배하지 않고, P for Ant.2에 대해서는 4비트의 인터리빙된 잉여비트들을 분배하며, P for Ant.3과 P for Ant.4에 대해서는 2비트의 인터리빙된 잉여비트들을 분배한다.

상기와 같은 분배는 제어기(80)에 의해 결정된다. 상기 제어기(80)는 전송 안테나 어레이(72, 74, 76, 78)의 전송상태에 관한 정보와 각 전송 안테나별로 사용할 변조방식에 따라 분배기(66)에서의 전송 데이터 입출력을 변

화시킨다. 본 발명의 실시 예에서는 모든 전송 안테나들(72, 74, 76, 78)의 변조방식이 16QAM으로 설정했기 때문에 각 전송 안테나별로 4비트의 전송 데이터 비트를 할당하게 된다. 또한, 부호화율이 1/2이기 때문에 정보비트들과 잉여비트들이 동일한 비율로 발생하기 때문에 전송 안테나 어레이에서의 총 전송 비트의 1/2이 정보비트들이고, 나머지 1/2은 잉여비트들에 해당하도록 제어된다. 상기 분배기(66)에서 출력된 각 전송 안테나별로 전송할 정보비트들과 잉여비트들은 다중화기 및 변조기(68)로 입력된다. 상기 다중화기 및 변조기(68)는 상기 분배기(66)로부터 입력받은 각 전송 안테나별 정보비트들과 각 안테나별 잉여비트들, 8개를 입력으로 받아 4개의 전송 안테나들에 해당하는 출력들을 만든 후에 각 안테나별로 변조를 수행한다. 앞에서 부호화율이 1/2이고 변조방식이 16QAM일 경우에 대한 분배기(66)의 동작 설명을 연결하면 다음과 같다. 전송 안테나별로 발생하는 정보비트들과 잉여비트들은 상기 다중화기 및 변조기(68)에서 다중화된다. 이때, 제1 및 제2전송 안테나(72, 74)에는 각각 정보비트들과 잉여비트들이 4비트 할당되어 있기 때문에 S for Ant.1과 P for Ant.1을 다중화하면 정보비트들 4비트만 첫 번째 전송 안테나(72)에 할당되어 S/P/S&P for Ant.1의 출력단자로 출력되고, S for Ant.2와 P for Ant.2를 다중화하면 잉여비트들 4비트만 두 번째 전송 안테나(74)에 할당되어 S/P/S&P for Ant.2의 출력단자로 출력된다. 제3 전송 안테나(76)와 제4 전송 안테나(78)에는 정보비트들과 잉여비트들이 각각 2비트 할당되어 각 전송 안테나에 4비트의 S&P(Systematic Bits & Parity Bits)가 할당된다. 좀더 상세히 설명하면, S for Ant.3과 P for Ant.3에는 각각 2비트의 정보비트들과 잉여비트들이 존재하는데, 상기 두 입력이 상기 다중화기 및 변조기(68)에 입력되면 상기 다중화기 및 변조기(68)에 의해 2비트의 정보비트들과 2비트의 잉여비트들이 섞여 4비트의 S&P가 S/P/S&P for Ant.3의 출력단자로 내보내진다. 마지막으로 제4전송 안테나(78) 역시 제3 전송 안테나(76)와 동일한 과정을 거쳐 2 비트의 정보비트들과 2비트의 잉여비트들을 다중화하고, 상기 다중화에 따른 4비트가 태핑된 하나의 심볼로써 S/P/S&P for Ant.4의 출력단자로 내보낸다. 또한 도 6을 참조하여 다시 설명하겠지만, 각 전송 안테나별로 다중화된 출력 데이터는 상기 다중화기 및 변조기(68) 내부에서 변조되어 전송 안테나 할당기(70)로 입력시킨다. 상기 전송 안테나 할당기(70)는 입력된 각 전송 안테나별 전송 데이터 비트들을 전송 안테나 어레이(72, 74, 76, 78)로 출력하여 이동국으로 송신한다.

<71> 도 5는 도 3에서 보이고 있는 송신기의 구성들 중 분배기(66)의 상세 구성을 보이고 있는 도면이다. 상기 도 5에서 보여지고 있는 바와 같이 분배기(66)는 정보비트들을 분배하는 제1분배기(66-1)와 잉여비트들을 분배하는 제2분배기(66-2)로 이루어진다.

<72> 상기 도 5를 참조하면, 제1인터리버(64-1)로부터의 인터리빙된 정보비트들(S)은 제1분배기(66-1)의 입력으로 제공되어 전송 안테나 별로 각각 분배된다. 제2인터리버(64-2)로부터의 인터리빙된 잉여비트들(P)은 제2분배기(66-2)의 입력으로 제공되어 전송 안테나 별로 각각 분배된다.

<73> 먼저, 상기 제1분배기(66-1)로 입력되는 상기 정보비트들(S)은 제어기(80)에 의해 제어되는 스위치(66-3)를 통해 4개의 전송 안테나들 각각에 대응하여 분배된다. 즉, 상기 정보비트들은 제1전송 안테나를 통해 전송할 정보비트들(S for Ant.1), 제2전송 안테나를 통해 전송할 정보비트들(S for Ant.2), 제3전송 안테나를 통해 전송할 정보비트들(S for Ant.3) 및 제4전송 안테나를 통해 전송할 정보비트들(S for Ant.4)로 분배된다. 한편, 상기 제1전송 안테나를 통해 전송할 정보비트들(S for Ant.1)은 제1버퍼(66-1-1)에 임시 저장되며, 상기 제2전송 안테나를 통해 전송할 정보비트들(S for Ant.2)은 제2버퍼(66-1-2)에 임시 저장된다. 상기 제3전송 안테나를 통해 전송할 정보비트들(S for Ant.3)은 제3버퍼(66-1-3)에 임시 저장되며, 상기 제4전송 안테나를 통해 전송할 정보비트들(S for Ant.4)은 제4버퍼(66-1-4)에 임시 저장된다. 상기 제1버퍼(66-1-1) 내지 상기 제4버퍼(66-1-4)에 각각 저장되는 정보비트들의 수는 상기 전송 안테나들의 수와 상기 입력되는 정보비트들의 수 및 상기 전송 안테나별 전송상태에 의해 결정된다.

<74> 다음으로, 상기 제2분배기(66-2)로 입력되는 상기 잉여비트들(P)은 상기 제어기(80)에 의해 제어되는 스위치(66-4)를 통해 4개의 전송 안테나들 각각에 대응하여 분배된다. 즉, 상기 잉여비트들은 제1전송 안테나를 통해 전송할 잉여비트들(P for Ant.1), 제2전송 안테나를 통해 전송할 잉여비트들(P for Ant.2), 제3전송 안테나를 통해 전송할 잉여비트들(P for Ant.3) 및 제4전송 안테나를 통해 전송할 잉여비트들(P for Ant.4)로 분배된다. 한편, 상기 제1전송 안테나를 통해 전송할 잉여비트들(P for Ant.1)은 제5버퍼(66-2-1)에 임시 저장되며, 상기 제2전송 안테나를 통해 전송할 잉여비트들(P for Ant.2)은 제6버퍼(66-2-2)에 임시 저장된다. 상기 제3전송 안테나를 통해 전송할 잉여비트들(P for Ant.3)은 제7버퍼(66-2-3)에 임시 저장되며, 상기 제4전송 안테나를 통해 전송할 잉여비트들(P for Ant.4)은 제8버퍼(66-2-4)에 임시 저장된다. 상기 제5버퍼(66-2-1) 내지 상기 제8버퍼(66-2-4)에 각각 저장되는 정보비트들의 수는 상기 전송 안테나들의 수와 상기 입력되는 정보비트들의 수 및 상기 전송 안테나별 전송상태에 의해 결정된다.

<75> 전송할 바에 의해 생성된 8개의 출력은 전송 안테나별로 전송할 데이터로 만들기 위해 상기 도 3에서 보이고 있

는 다중화기 및 변조기(68)에 의해 다중화된 후 변조되어 출력된다.

<76> 상기 다중화기 및 변조기(68)의 상세 구성은 도 7에서 보이고 있는 바와 같다. 상기 다중화기 및 변조기(68)는 상기 도 5에서 보여준 분배기(66)로부터 나온 8개의 데이터를 입력으로 받는다. 상기 8개의 데이터는 전송 안테나별로 2개씩 대응된다. 다시 말해, 첫 번째 전송 안테나(72)에 해당되는 정보비트들과 잉여비트들이 각각 하나씩 있으며, 나머지 전송 안테나들(74, 76, 78)에 대해서도 동일하게 정보비트들과 잉여비트들이 각각 하나씩 할당되어 있다. 한편, 상기 8개의 데이터 입력에는 정보비트들과 잉여비트들이 경우에 따라서는 존재하지 않을 수도 있다. 이에 대한 설명은 전술한 도 3의 설명에서 논의되었다. 따라서 다중화기 및 변조기(68)는 첫 번째 전송 안테나(72)를 통해 전송할 정보비트들과 잉여비트들을 섞는 제1다중화기(68-1)와 두 번째, 세 번째, 그리고 네 번째 전송 안테나(74, 76, 78)를 통해 전송할 데이터를 만들어주는 제2다중화기(68-2), 제3다중화기(68-3), 제4다중화기(68-4)로 구성되어 있다. 상기와 같이 수행된 다중화를 통해 다중화기 및 변조기(68)는 내부에 각 전송 안테나에 해당되는 출력인 S/P/S&P for Ant.1, S/P/S&P for Ant.2, S/P/S&P for Ant.3, S/P/S&P for Ant.4를 내부적으로 만들어, 이들 각각을 변조기(68-5, 68-6, 68-7, 68-8)를 통과시켜 정해진 변조방식에 따라 변조를 수행하여 출력한다. 상기 S/P/S&P for Ant.1, S/P/S&P for Ant.2, S/P/S&P for Ant.3, S/P/S&P for Ant.4는 정보비트들과 잉여비트들이 다중화된 비트들을 의미한다.

<77> 수신기의 구성 및 동작

<78> 도 4는 도 3에서 제안하는 이동통신시스템의 송신기에 대응되는 수신기의 구조를 도시한다. 상기 도 4에서 도시하고 있는 수신기의 동작은 전술한 도 3의 송신기에서의 데이터 전송을 위한 동작의 역 과정으로 이루어진다. 상기 수신기는 수신안테나 어레이(100, 102, 104, 106), 채널 예측 및 안테나별 데이터 분류기(108), 복조기 및 역다중화기(110), 다중화기(112), 디인터리버(114) 그리고 채널 디코더(118)로 구성된다.

<79> 상기 도 4를 참조하여 수신기의 구성 요소들을 자세히 살펴보면, 송신기의 다수의 전송 안테나(72, 74, 76, 78)를 통해 전송된 데이터는 수신기의 안테나 어레이(100, 102, 104, 106)를 통해 수신된다. 상기 수신안테나 어레이(100, 102, 104, 106)에서 수신된 신호는 채널 예측 및 전송 안테나별 데이터 분류기(108)에 의해 수신 신호를 전송 안테나별로 구분되어 복조기 및 역다중화기(110)로 출력된다. 상기 복조기 및 역다중화기(110)는 송신기의 다중화기 및 변조기(68)에 대응되는 동작을 수행한다. 상기 복조기 및 역다중화기(110)는 상기 전송 안테나 어레이(72, 74, 76, 78)의 각 전송 안테나로부터 전송된 데이터가 전송 안테나별로 분리된 4개의 수신 데이터(S/P/S&P for Ant.1, S/P/S&P for Ant.2, S/P/S&P for Ant.3, S/P/S&P for Ant.4)를 입력으로 받아 복조시키고, 각 안테나별 수신 데이터를 정보비트들과 잉여비트들로 분리하여 8개의 출력을 생성한다. 상기에서 S/P/S&P for Ant.1의 정보비트들은 S for Ant.1 출력단자로 내보내고, 잉여비트들은 P for Ant.1 출력단자로 내보낸다. 나머지도 동일한 과정을 거쳐 출력되기 때문에 모두 8개의 출력들이 발생한다. 상기 복조기 및 역다중화기(110)에서 발생한 8개의 출력들은 다중화기(112)로 입력된다. 상기 다중화기(112)는 내부에 정보비트들과 잉여비트들만을 따로 입력으로 받아, 다중화하는 다수의 다중화기들(112-1, 112-2)로 구성되어 있다. 상기 정보비트들을 위한 다중화기(112-1)는 S for Ant.1, S for Ant.2, S for Ant.3, S for Ant.4로 이루어진 4개를 입력으로 받아 다중화한 후 정보비트들만 존재하는 하나의 출력을 내보낸다. 또한, 잉여비트들을 위한 다중화기(112-2)는 P for Ant.1, P for Ant.2, P for Ant.3, P for Ant.4로 이루어진 4개를 입력으로 받아 다중화한 후에 잉여비트들만 존재하는 하나의 출력을 내보낸다. 상기 다중화기(112)로부터 출력된 정보비트들과 잉여비트들은 디인터리버(114)로 각각 입력된다. 상기 디인터리버(114) 역시 정보비트들과 잉여비트들을 각각 디인터리빙하도록 다수의 디인터리버들(114-1, 114-2)로 구성되어 있다. 상기 각 디인터리버(114-1, 114-2)는 입력되는 수신 데이터들을 디인터리빙 하여 채널 디코더(118)로 입력시킨다. 상기 채널 디코더(118)는 정보비트들과 잉여비트들을 구분하여 입력받아 채널 디코딩을 수행한다. 상기 채널 디코더(118)를 거치면 전송 데이터의 복원이 이루어진다.

<80> 도 6은 도 4에 도시된 수신기의 구성들 중 복조기 및 역다중화기(110)의 내부 구성을 도시하고 있는 도면이다. 상기 복조기 및 역다중화기(110)는 전송 안테나별로 수신된 데이터를 각각 안테나별로 정해진 변조방식에 대응되는 복조방식으로 복조를 수행한다. 복조기는 전술한 도 7의 변조기에 대응되는 구조를 가진다. 상기 변조기에 4개의 변조기들(68-5, 68-6, 68-7, 68-8)이 사용되었듯이 상기 복조기에서는 4개의 복조기들(110-1, 110-2, 110-3, 110-4)로 구성되어 있다. 복조된 전송 안테나별 수신 데이터는 S/P/S&P for Ant.1, S/P/S&P for Ant.2, S/P/S&P for Ant.3, S/P/S&P for Ant.4와 같으며, 이들은 역다중화기들(110-5, 110-6, 110-7, 110-8)로 각각 입력된다. 상기 역다중화기들(110-5, 110-6, 110-7, 110-8)에 입력된 수신 데이터들은 각각 정보비트들과 잉여비트들로 분리하여 출력한다. 상기와 같이 역다중화 되면 4개의 전송 안테나별 수신 데이터는 4개의 전송 안테나별 정보비트들과 잉여비트들로 나누어져서 출력된다. 상기 역다중화기들(110-5, 110-6, 110-7, 110-8) 각각은

로부터 출력되는 정보비트들과 잉여비트들의 비율은 대응하는 전송 안테나들의 전송상태에 의해 결정된다. 예컨대, 정보비트들 또는 잉여비트들만이 출력되거나 정보비트들과 잉여비트들이 일정 비율을 가지고 출력될 수 있다. 본 발명의 대표적인 실시 예에 대한 설명은 도 3부터 도 7까지의 설명에서 자세히 제시되었다. 상기의 설명에서 부호화율과 변조방식을 고정시킨 상태에서의 설명까지 포함되어 있어서 본 발명에 대한 설명으로 충분하다.

- <81> 추가적으로 본 발명에서 각 전송 안테나별 채널의 전송상태를 측정하는 방법을 설명한다. 다중 안테나를 사용하는 MIMO 시스템에서는 전송 안테나와 수신안테나간 전송 경로가 16개 발생하며, 수학식 1과 같은 채널의 특성 정보  $H_{DL}$ 를 얻을 수 있다.

수학식 1

$$H_{DL} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} & h_{14} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} & h_{24} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} & h_{34} \\ h_{41} & h_{42} & h_{43} & h_{44} \end{bmatrix}$$

<82>

- <83> 상기 <수학식 1>에서 채널의 하향 특성을 나타내는  $H_{DL}$ 는 이동국의 채널 예측 및 안테나별 데이터 분류기(108)에서 측정된다. 측정된 채널정보는 전송 안테나별 전송상태를 나타내는 정보로 변경하는데, 이 경우 안테나 어레이를 포함하는 시스템의 송/수신 단을 모델링하면 하기 <수학식 2>와 같다.

수학식 2

- <84>  $Y(t) = H(t) * X(t) + N(t)$

- <85> 여기서, "\*"는 컨벌루션을 수행하고,  $Y(t) = (y_1(t) y_2(t) \dots y_{NR}(t))'$ ,  $X(t) = (x_1(t) x_2(t) \dots x_{nT}(t))'$ ,  $N(t)$ 는 AWGN(Additive White Gaussian Noise) 백터이다.

- <86> 전송 안테나의 전송상태를 나타내는 정보는 "Water pouring"을 이용해 생성된다. 이것은 송/수신기 모두가 채널의 상태를 알고 있다는 것이며, 이를 이용하여 송신기는 채널의 용량을 높이는 동작을 할 수 있다. 상기의 동작은 MIMO 시스템을 선형적인 변환을 통해 등가적인 여러 개의 SISO(Single Input Single Output) 시스템으로 변환시킨다. 송/수신 안테나 어레이를 포함하는 본 발명은 Water pouring을 사용하여 MIMO 시스템을 다중의 SISO 시스템으로 변환하고, 각각의 단일 전송 안테나의 전송 전력을 계산한다. 그리고, 각 전송 안테나의 전송상태를 결정한다. 계산된 전송상태는 각각의 전송 안테나(74, 76, 78, 80)가 보낼 데이터 그룹을 결정하는데 사용된다.

- <87> 이를 위해 먼저, MIMO 시스템을 다수의 SISO 시스템으로 변환하는 동작(SVD: Singular Value Decomposition)은 하기 <수학식 3>과 같이 수행한다.

수학식 3

- <88>  $H = UDV^H$

- <89> 여기에서, U와 V는 단일 매트릭스이고, D는 대각 성분을 제외하고는 모두 "0"인 행렬이다. 단일 매트릭스는 역행렬이 항상 존재하기 때문에 송/수신 단에 각각 V와  $U^H$ 를 곱하면 MIMO 채널은 전송 안테나(74, 76, 78, 80) 수와 수신안테나(100, 102, 104, 106) 수 중 작은 수에 해당하는 SISO 채널로 분리된다. 송/수신 단의 관계식은 하기 <수학식 4>와 같다.

수학식 4

- <90>  $Y = U^H(HVX + N) \rightarrow Y + DX + U^H N$

- <91> 여기에서, D의 대각 성분은  $H^H H$ 의 고유치의 제곱근이다. 잡음 성분이 들어 있는 항은 AWGN과 같은 분포를 가진

다. 상기 과정을 거치게 되면 다수의 SISO 시스템이 되며, 다중 안테나 시스템의 채널용량은 각각의 SISO 시스템의 용량의 총합이 되며 하기 <수학식 5>와 같이 계산된다.

수학식 5

$$C = \sum_{k=1}^{n,m} \log_2(1 + \rho_k \lambda_k)$$

<92>

<93> 여기에서,  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{n,m}$ 는  $H^H H$ 의 고유치들이고,  $\rho_k$ 는 각 전송 안테나(74, 76, 78, 80)에서 사용할 수 있는 전송전력의 크기이다.  $n, m$ 은 각각 전송 안테나들(74, 76, 78, 80)의 수와 수신 안테나(100, 102, 104, 106)의 수를 나타내며, 두 개 중에서 작은 수에 해당되는 만큼의 고유치가 발생하고 고유치만큼의 전송전력 값을 구할 수 있다. 주어진 채널에서 안테나 어레이 시스템의 채널용량을 최대화하는 전송 전력 할당은 Water pouring을 이용하며 채널용량을 최대로 하는 Water pouring 전력 할당은 하기 <수학식 6>과 같다.

수학식 6

$$P_k = \frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda_k}$$

<94>

<95> 상기 <수학식 6>은  $\lambda_k > \lambda_0$ 의 조건을 만족할 경우이며, 그렇지 않으면 0으로 할당된다. 여기에서,  $\lambda_0$ 는 총 평균 전력 제한으로 구해지는 값이다. 상기 Water pouring은 좋은 채널에 더 많은 전송전력을 할당하여 채널의 용량을 늘린다. 상기 <수학식 6>과 같이 각각의 전송 안테나(74, 76, 78, 80)의 전송전력이 계산되면, 전송상태가 결정되고 이 정보는 기지국으로 보내진다.

<96> 이와 같이 정해진 전송 안테나별 전송상태는 기지국이 데이터를 이동국으로 보낼 때 전송 안테나별 데이터 할당을 위해, 그리고 변조를 위한 심벌의 생성 시 심벌을 구성하는 비트별 할당하는 데이터 비트를 구분하는데 사용된다.

<97> 본 발명의 실시 예에 따른 동작

<98> 도 8은 도 3에서 도시된 본 발명을 위한 이동통신시스템의 송신기에서 수행되는 이동통신방법의 실시 예를 설명하는 제어 흐름을 보이고 있는 도면이다. 상기 도 8에서 보이고 있는 처리 과정은 다음과 같이 구성된다.

<99> 먼저 이동통신이 시작되면 데이터를 송신할 기지국은 수신기인 이동국으로 보내줄 하나의 데이터 스트림(Data stream)을 생성하는 단계(140)를 수행한다. 상기 전송할 데이터는 소정의 부호화율로 채널 인코딩(60)에 의해 인코딩되는 단계(142)를 거쳐, 부호화된 전송 데이터 스트림(Data stream)을 생성한다. 상기 부호화된 데이터 스트림(Data stream)은 수신기의 성능에 영향을 미치는 정도에 따라서 중요도가 다른 정보비트들과 잉여비트들로 나누어져 2개의 데이터 스트림(Data stream)을 생성하는 단계(144)를 거친다. 상기의 단계(144)를 거친 부호화된 2개의 데이터 스트림(Data stream)은 각각 채널 인터리빙을 수행하는 단계(146-1, 146-2)를 통과한다. 또한 인터리빙된 각각의 전송 데이터 스트림(Data stream)은 제어기(80)의 명령에 따라서 다수의 전송 안테나들(72, 74, 76, 78) 각각에 할당된 만큼 나누어져 전송 안테나별 전송 데이터 스트림(Data stream)으로 나뉘지는 단계(148-1, 148-2)를 거친다. 전송 안테나별 전송 데이터 스트림(Data stream)으로 나뉘지면, 정보비트들과 잉여비트들의 각 데이터 스트림(Data stream)은 4개의 서브-스트림들(Sub-stream)로 분리된다. 이것은 정보비트들이 전송 안테나별로 할당될 때, 첫 번째 전송 안테나(72)부터 네 번째 전송 안테나(78)까지 모두를 고려하기 때문에 상기 4개의 서브-스트림들(Sub-stream)로 분리되는 것이다. 상기 잉여비트들 역시 동일하게 4개의 서브-스트림들(Sub-stream)로 분리된다. 상기 총 8개의 서브-스트림들(Sub-stream)은 전송 안테나별로 다중화되어, 4개의 서브-스트림들(Sub-stream)로 간략화된다. 이것은 전송 안테나별로 정보비트들을 위한 하나의 서브-스트림(Sub-stream)과 잉여비트들(Parity Bits)을 위한 하나의 서브-스트림(Sub-stream)을 할당받기 때문에 전송 안테나별로 두 개의 서브-스트림들(Sub-stream)을 할당받게 된다. 다시 말하면, 이들을 다중화하여 새로운 하나의 다중화된 서브-스트림(Sub-stream)(1 sub-stream for Systematic Bits와 1 sub-stream for Parity Bits로 구성), 즉 하나의 데이터 스트림(Data stream)을 형성한다. 전술한 바에 의해 모두 4개의 데이터 스트림들(Data-stream)의 출력을 만드는 단계(150)를 통과한다. 상기 4개의 데이터 스트림들(Data stream)을 발생하는 단계(150) 후에는 상기 데이터 스트림들 각각을 변조하는 단계(152)를 거치고, 상기 변조된 데이터 스트림들

(Data stream)은 물리적인 전송 안테나에 할당하는 단계(154)와 전송 안테나들을 통해 전송하는 단계(156)를 거쳐 데이터 전송이 완료된다.

- <100> 도 9는 도 4에 도시된 본 발명을 위한 이동통신시스템의 수신기에서 수행되는 이동통신방법의 실시 예를 설명하는 제어 흐름을 보이고 있는 도면이다. 상기 도 9에서 보이고 있는 단계들은 다음과 같다.
- <101> 상기 도 9를 참조하여 설명하면, 기지국으로부터 전송된 다수 개의 데이터 스트림들(Data stream)은 다수 개의 수신안테나 어레이(100, 102, 104, 106)를 통해서 수신하는 단계(160)와 각 전송 안테나별 데이터 스트림들(Data stream)로 분리하고, 복조하는 단계(162)를 거친다. 상기 복조된 각 전송 안테나별 데이터 스트림들(Data stream)은 정보비트들(Systematic Bits)이 포함된 서브-스트림(Sub-stream)과 잉여비트들이 포함된 서브-스트림(Sub-stream)으로 나누는 단계(164)를 거친다. 따라서, 4개의 데이터 스트림들(Data stream)이 8개의 서브-스트림들(Sub-stream)로 분리되어 출력되고, 이들 서브-스트림들(Sub-stream)은 정보비트들을 포함하는 4개의 서브-스트림들(Sub-stream)과 잉여비트들로 이루어진 4개의 서브-스트림들(Sub-stream)로 구성되어 있다. 상기 8개의 서브-스트림들(Sub-stream)은 동일한 종류의 데이터 성분끼리, 즉 정보비트들을 포함하는 서브-스트림들(Sub-stream)끼리 그리고 잉여비트들을 포함하는 서브-스트림들(Sub-stream)끼리 다중화하는 단계(166-1, 166-2)를 통과하여 두 개의 데이터 스트림들(Data stream)을 생성한다. 상기 두 개의 데이터 스트림들(Data stream)은 각각 디인터리빙 되는 단계(168-1, 168-2)와 정보비트들과 잉여비트들을 이용한 채널 디코딩을 수행하는 단계(170), 그리고 채널 디코딩된 수신 데이터를 출력하는 단계(172)를 거치면 기지국에서 전송한 데이터를 복구함으로써 데이터 수신에 완료된다.

#### 발명의 효과

- <102> 전송한 바와 같이 본 발명은 다수의 송/수신안테나를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템에서 각각의 전송 안테나를 통해 데이터를 전송할 때 전송상태가 서로 다를 경우, 그리고 전송상태가 기존의 특정 기술만으로 이동통신시스템의 성능을 향상시키기가 어려울 때 적용할 수 있는 기술을 제안한다.
- <103> 앞에서도 설명을 했지만, 다수의 송/수신안테나들의 전송상태가 모두 동일하다면, 데이터를 중요도에 의해 구분하여 전송할 필요가 없다. 특히 이 경우에는 변조를 위한 심벌을 만들 때 정보비트들(Systematic Bits)은 심벌을 구성하는 비트들 중에서 에러에 강한 위치에 있는 비트들에 할당하고 잉여비트들(Parity Bits)은 심벌을 구성하는 비트들 중에서 에러에 민감한 위치에 있는 비트들에 할당함으로써 이동통신시스템의 전체 성능을 향상할 수 있다. 그리고 전송상태가 좋은 것과 나쁜 것이 항상 구별될 때에는 전송 데이터를 정보비트들과 잉여비트들만으로 구분하여 전송할 수 있다. 전송 데이터를 정보비트들과 잉여비트들만으로 구분하여 전송상태가 좋은 전송 안테나를 통해서 정보비트들을 전송하고 전송상태가 나쁜 전송 안테나를 통해서 잉여비트들을 전송함으로써 이동통신 시스템의 성능을 높일 수 있다.
- <104> 본 발명은 다중의 송/수신안테나들간의 채널의 상태가 서로 비슷하거나 대조적으로 구별되는 경우 뿐 아니라 상기 두 경우가 섞여 있는 경우에도 전체 이동통신시스템의 성능을 개선시킬 수 있는 새로운 방식을 제안한다. 상기 제안을 통해 다수의 송/수신안테나들간의 채널상태가 어떠한 형태로 이루어지더라도 의도된 전체 시스템 성능을 향상시킬 수 있게 한다.

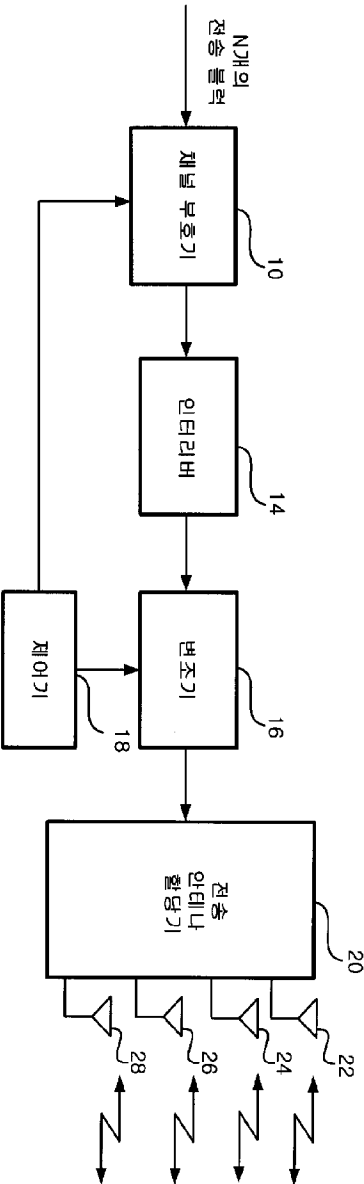
#### 도면의 간단한 설명

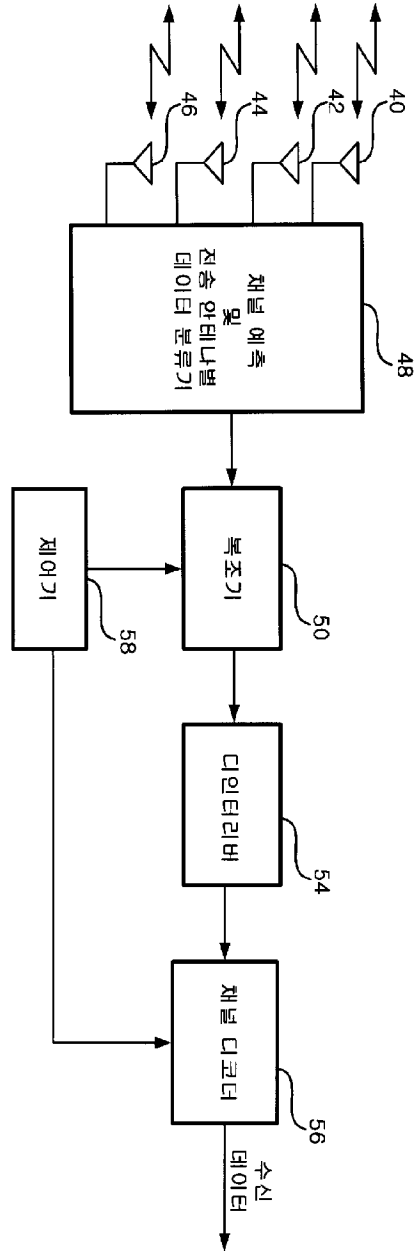
- <1> 도 1은 다중 전송을 위한 안테나 어레이를 포함하는 고속 패킷 전송을 위한 부호분할다중 접속 이동통신시스템의 일반적인 송신기 구조의 일례를 도시하고 있는 도면.
- <2> 도 2는 다중 전송을 위한 안테나 어레이를 포함하는 고속 패킷 전송을 위한 부호분할다중 접속 이동통신시스템의 일반적인 수신기 구조의 일례를 도시하고 있는 도면.
- <3> 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 다중 전송을 위한 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템의 송신장치 구조를 도시하고 있는 도면.
- <4> 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 다중 전송을 위한 안테나 어레이를 포함하는 부호분할다중접속 이동통신시스템의 수신장치의 구조를 도시하고 있는 도면.
- <5> 도 5는 도 3의 분배기의 상세 구성을 보이고 있는 도면.
- <6> 도 6은 도 3의 다중화기 및 변조기의 상세 구성을 보이고 있는 도면.

- <7> 도 7은 도 4의 복조기 및 역다중화기의 상세 구성을 보이고 있는 도면.
- <8> 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 송신장치에서 수행하는 제어 흐름을 보이고 있는 도면.
- <9> 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 수신장치에서 수행하는 제어 흐름을 보이고 있는 도면.

도면

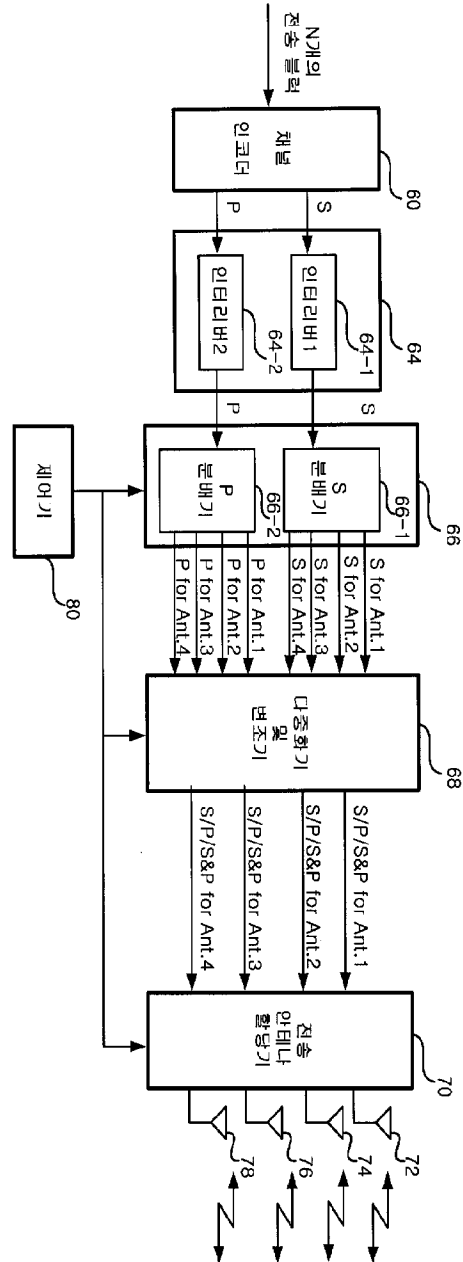
도면1

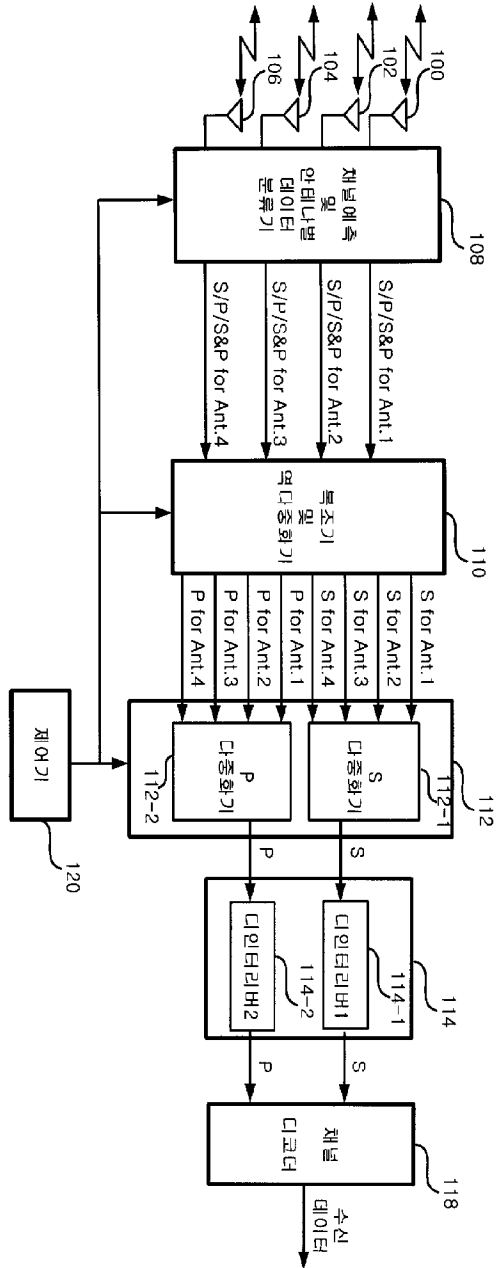




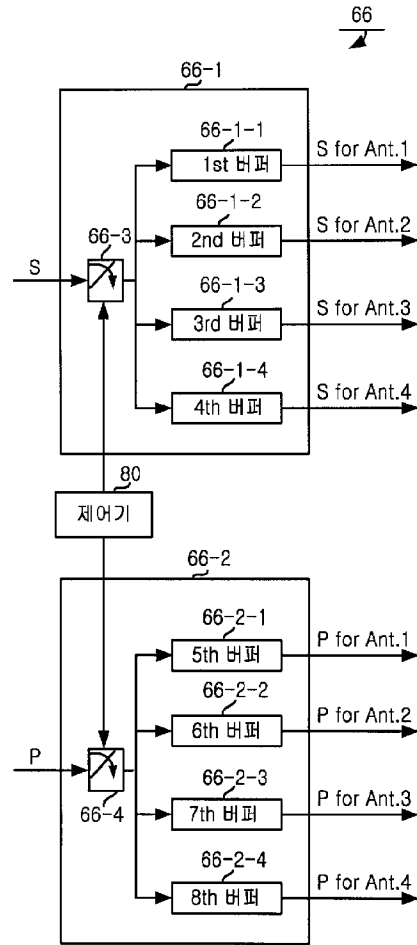


도 10

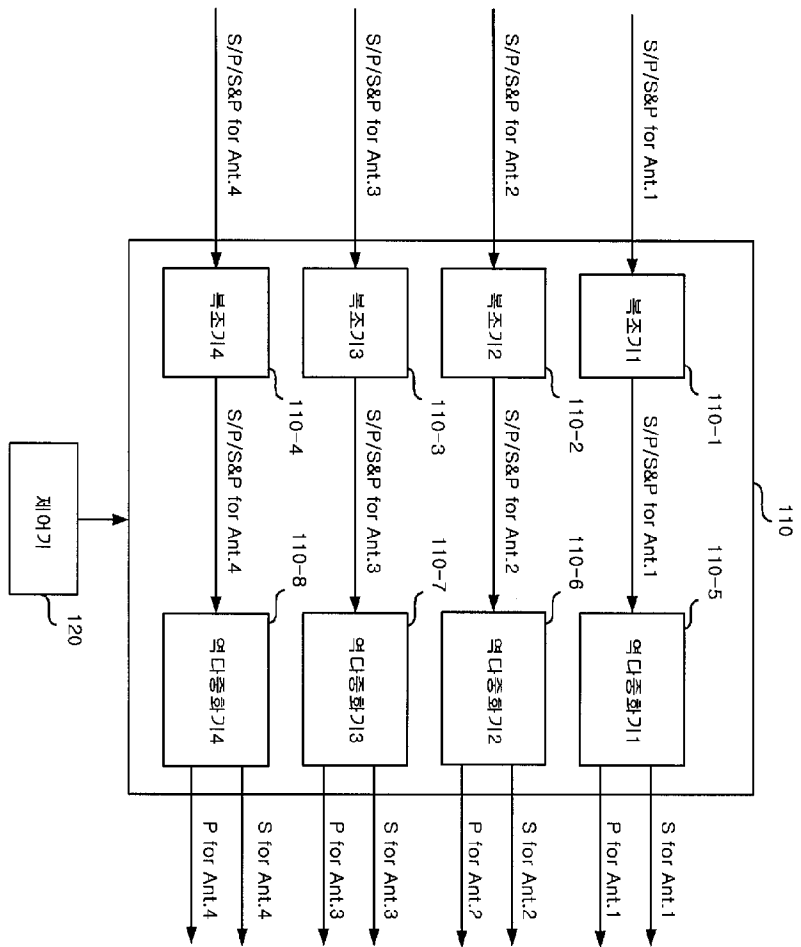




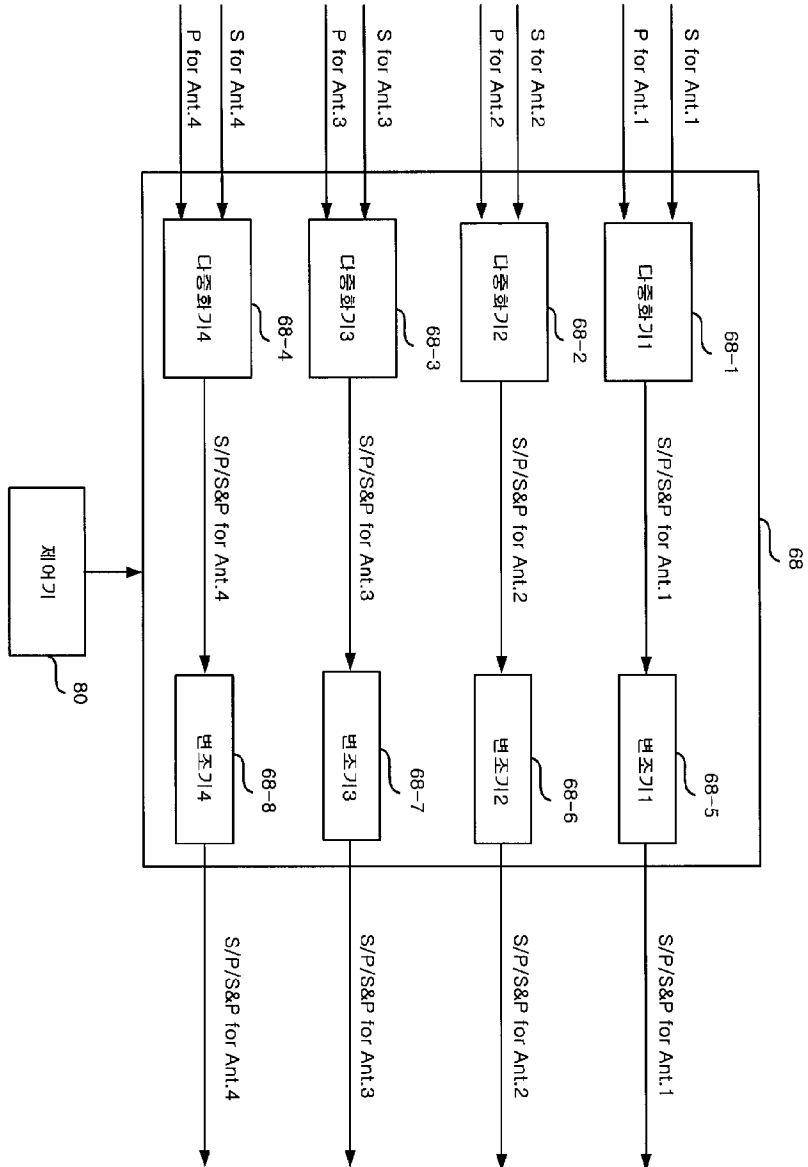
도형5



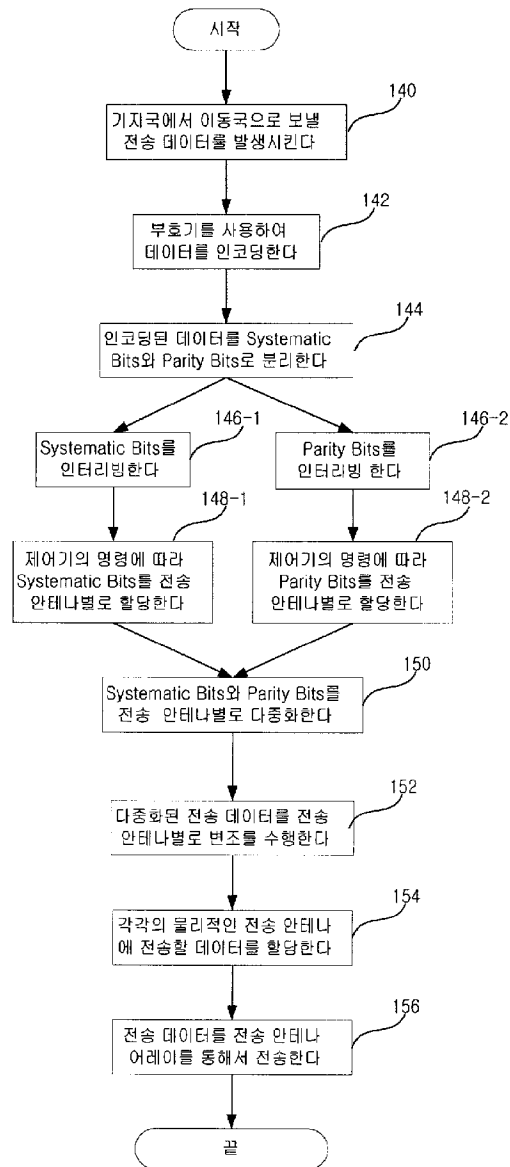
도면



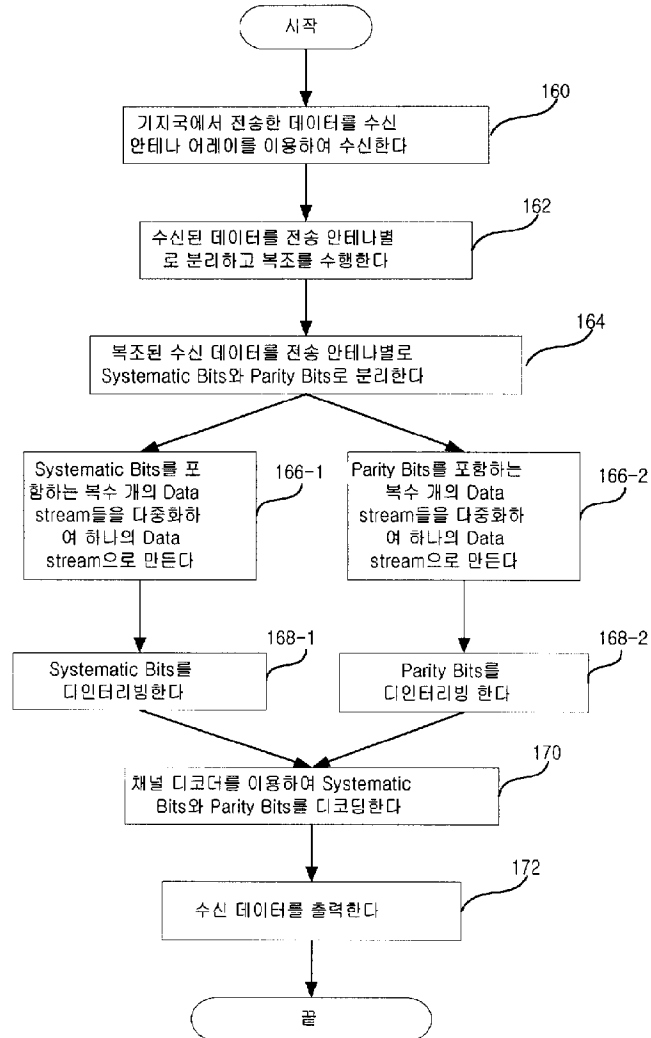
제어기



도면8



도면9





US007016658B2

(12) **United States Patent**  
**Kim et al.**

(10) **Patent No.:** **US 7,016,658 B2**  
(45) **Date of Patent:** **Mar. 21, 2006**

(54) **APPARATUS AND METHOD FOR TRANSMITTING/RECEIVING DATA ACCORDING TO CHANNEL CONDITION IN A CDMA MOBILE COMMUNICATION SYSTEM WITH ANTENNA ARRAY**

(75) **Inventors:** **Sung-Jin Kim**, Suwon-shi (KR); **Hun-Kee Kim**, Seoul (KR); **Ju-Ho Lee**, Suwon-shi (KR); **Yong-Suk Lee**, Yongin-shi (KR)

(73) **Assignee:** **Samsung Electronics Co., Ltd.**, (KR)

(\*) **Notice:** Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 579 days.

(21) **Appl. No.:** **10/337,711**

(22) **Filed:** **Jan. 7, 2003**

(65) **Prior Publication Data**  
US 2003/0128769 A1 Jul. 10, 2003

(30) **Foreign Application Priority Data**  
Jan. 7, 2002 (KR) ..... 10-2002-0000837

(51) **Int. Cl.**  
**H04B 1/02** (2006.01)  
**H04J 3/22** (2006.01)  
**H03M 13/00** (2006.01)  
**H04L 5/12** (2006.01)  
(52) **U.S. Cl.** ..... **455/102; 455/103; 455/272; 455/273; 455/277.2; 370/204; 370/465; 370/543; 714/757; 714/780; 714/810; 375/264; 375/240.27**  
(58) **Field of Classification Search** ..... **455/102, 455/103, 108, 110, 111, 115.1, 115.3, 450, 455/452.2, 504-506, 512, 513, 67.11, 69, 455/132-136, 272, 273, 275, 276.1, 277.1; 370/464-469, 479, 480, 533-544, 203, 204, 370/208, 211, 441; 714/746-768, 780, 784, 714/786, 790, 799-805, 810; 375/240.24-240.27, 375/261, 264, 265, 242, 253, 316, 324, 325, 375/340, 349**

See application file for complete search history.

(56) **References Cited**  
**U.S. PATENT DOCUMENTS**

5,691,995 A \* 11/1997 Ikeda et al. .... 714/786  
6,317,462 B1 \* 11/2001 Boyce ..... 375/240.27  
6,473,393 B1 \* 10/2002 Ariyavisitakul et al. .... 370/203  
6,662,024 B1 \* 12/2003 Walton et al. .... 455/562.1  
6,826,233 B1 \* 11/2004 Oosawa ..... 375/240.27  
6,925,131 B1 \* 8/2005 Balakrishnan et al. .... 375/299

**FOREIGN PATENT DOCUMENTS**

CA 2 391 905 \* 3/2002

**OTHER PUBLICATIONS**

S. Antipolis, "Enhanced Symbol Mapping method for the modulation of Turbo-coded bits based on bit priority", 3GPP TSG RAN WG1/Wg2 Joint Meeting on HSDPA, Apr. 5-6, 2001.\*

\* cited by examiner

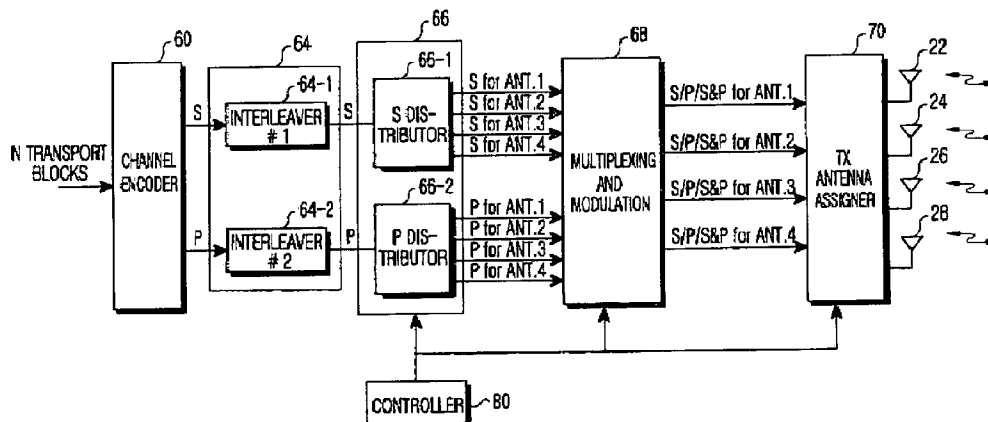
*Primary Examiner*—Duc M. Nguyen

(74) *Attorney, Agent, or Firm*—Dilworth & Barrese, LLP

(57) **ABSTRACT**

Disclosed is a method for providing first and second interleaved bit streams to a modulator in order to transmit the first and second interleaved bit streams through at least two antennas in a mobile communication system. An encoder encodes a transmission data stream into a first bit stream with first priority and a second bit stream with second priority being lower than the first priority. An interleaver interleaves the first and second bit streams into the first and second interleaved bit streams. The modulator modulates the first and second interleaved bit streams. The method comprises distributing the first interleaved bit stream into first assignment bit streams for the respective antennas and the second interleaved bit stream into second assignment bit streams for the respective antennas according to power condition information of the respective antennas; and generating combination bit streams by combining the first assignment bit streams and the second assignment bit streams, distributed according to the respective antennas, and providing the generated combination bit streams to the modulator.

**25 Claims, 9 Drawing Sheets**





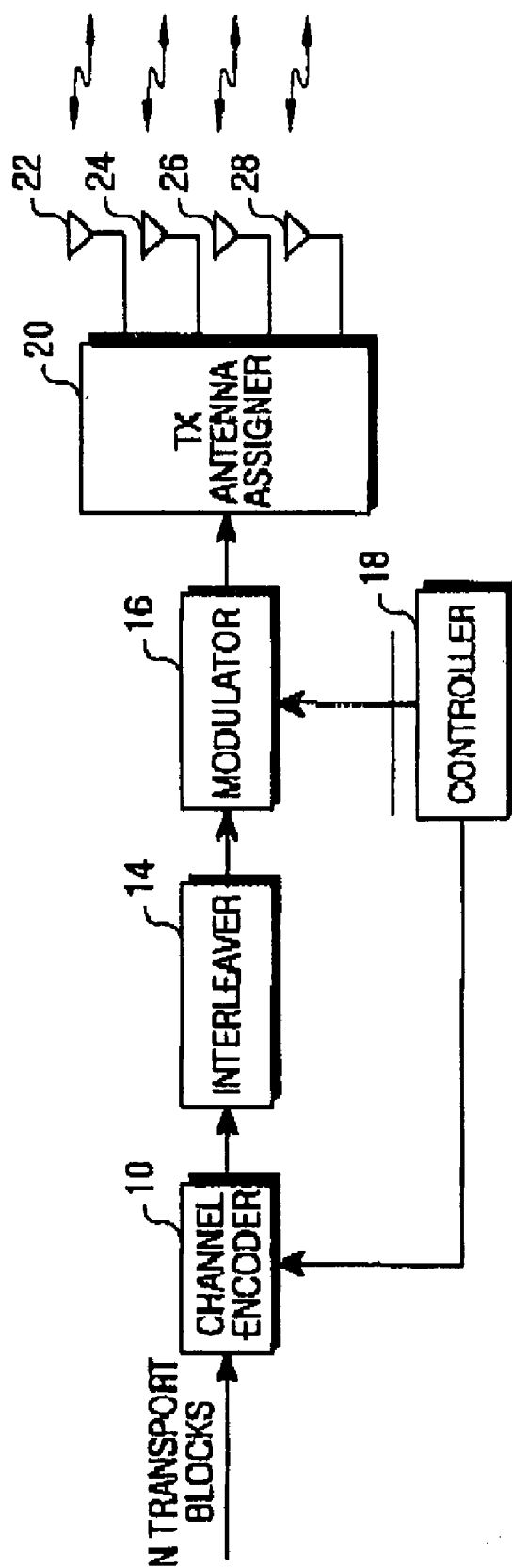


FIG.1

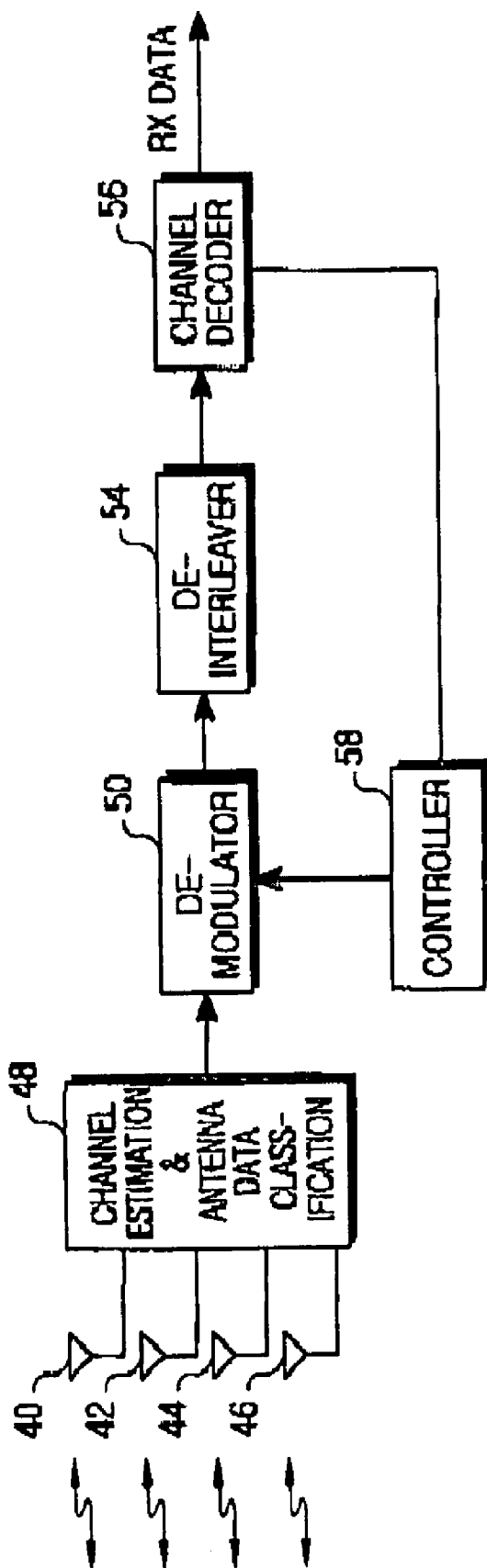


FIG. 2

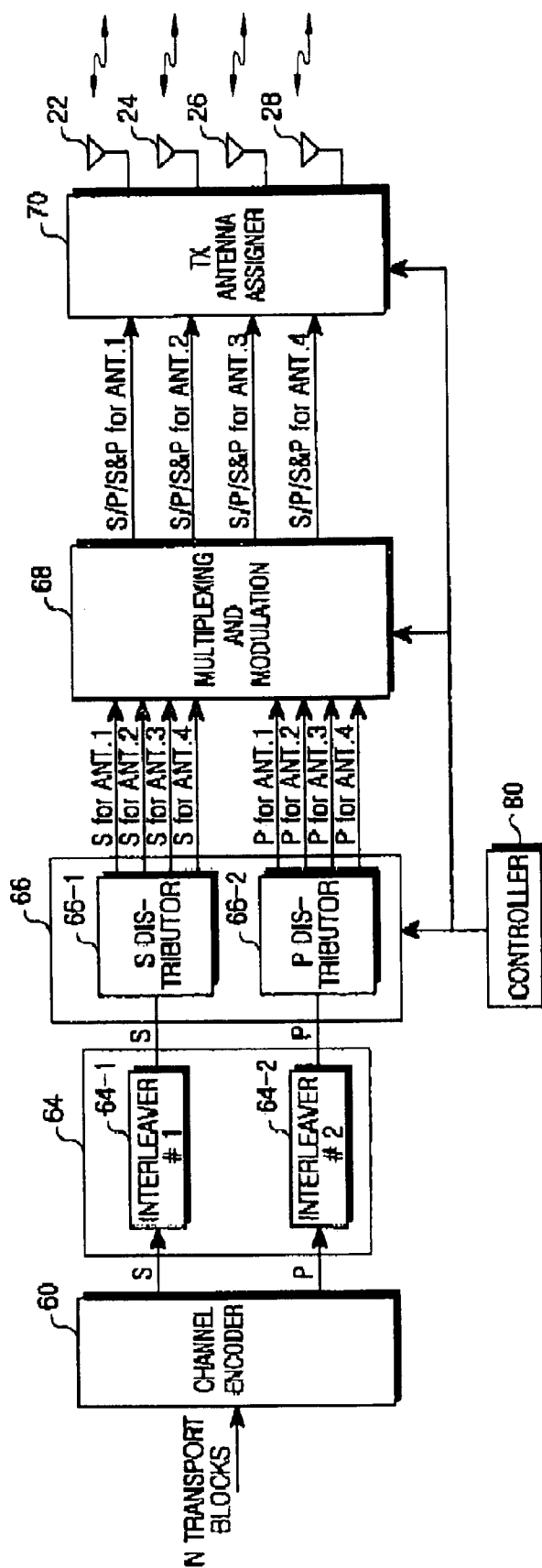


FIG. 3

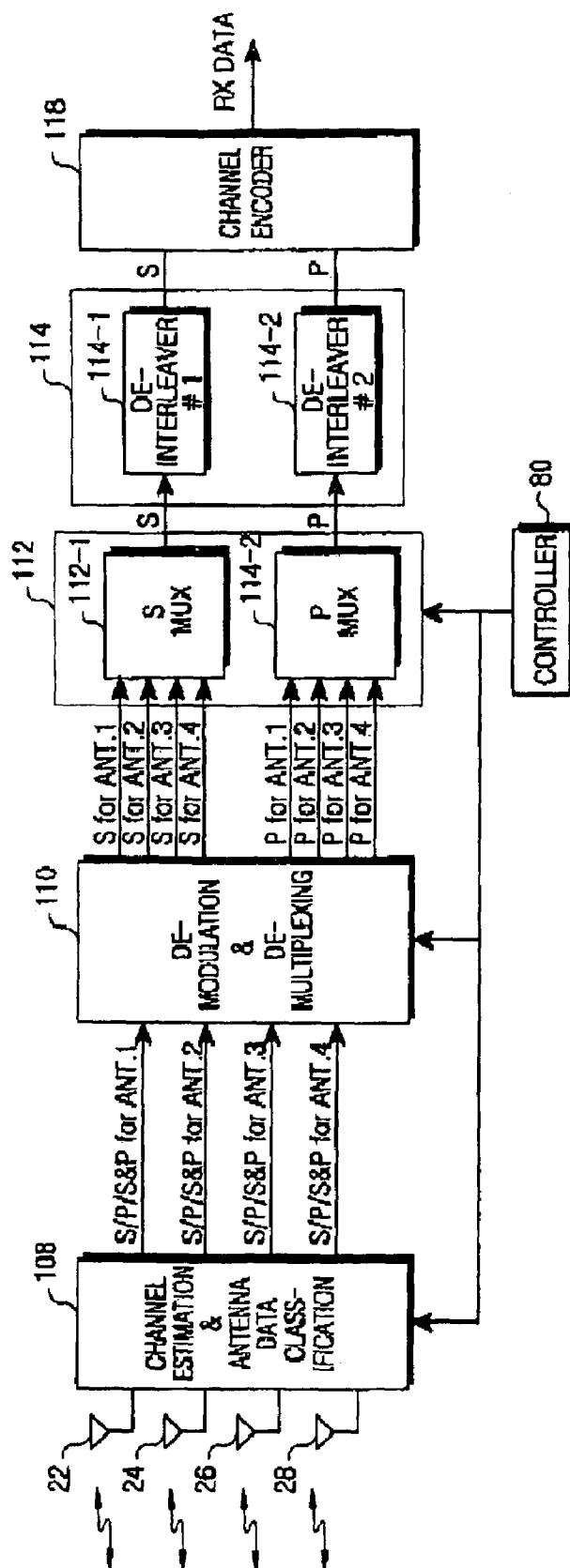


FIG. 4

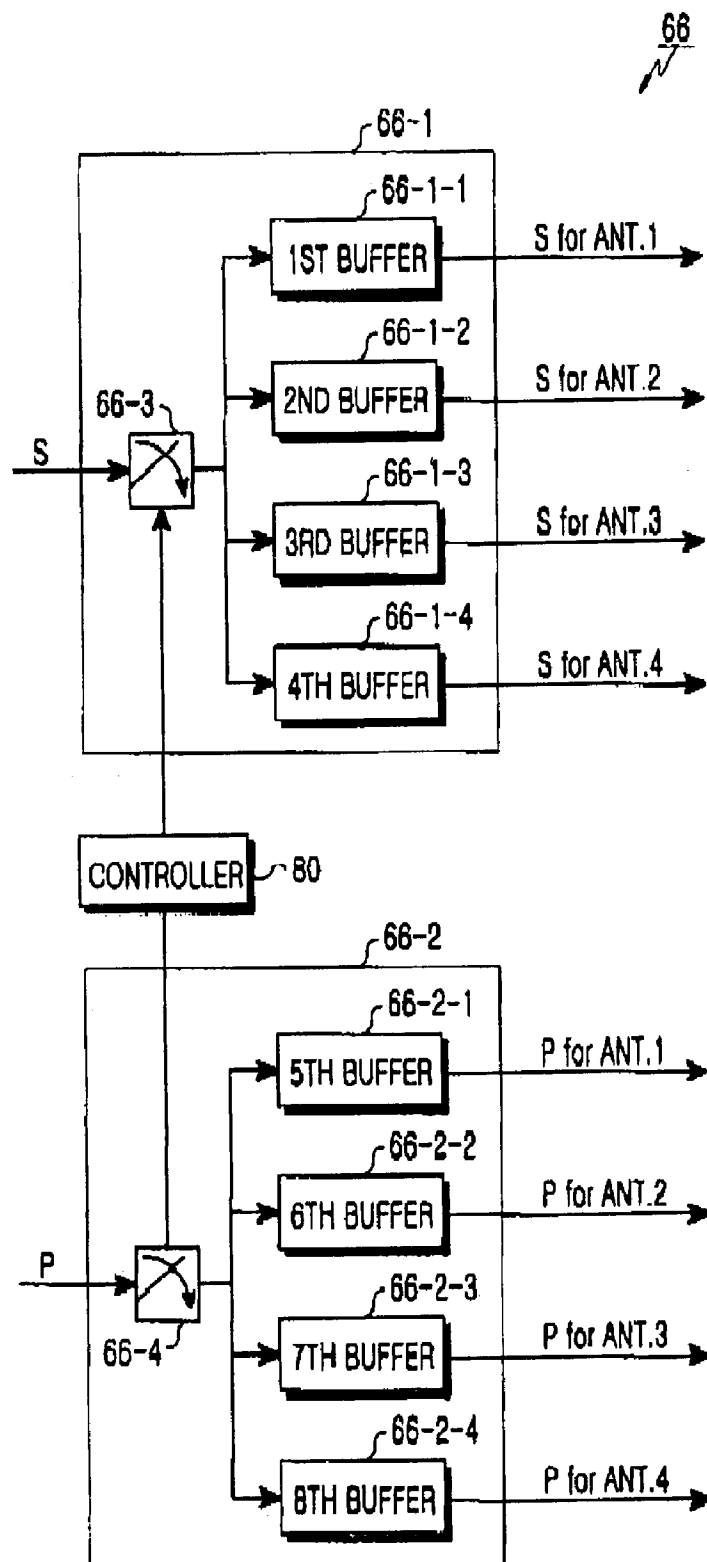


FIG.5

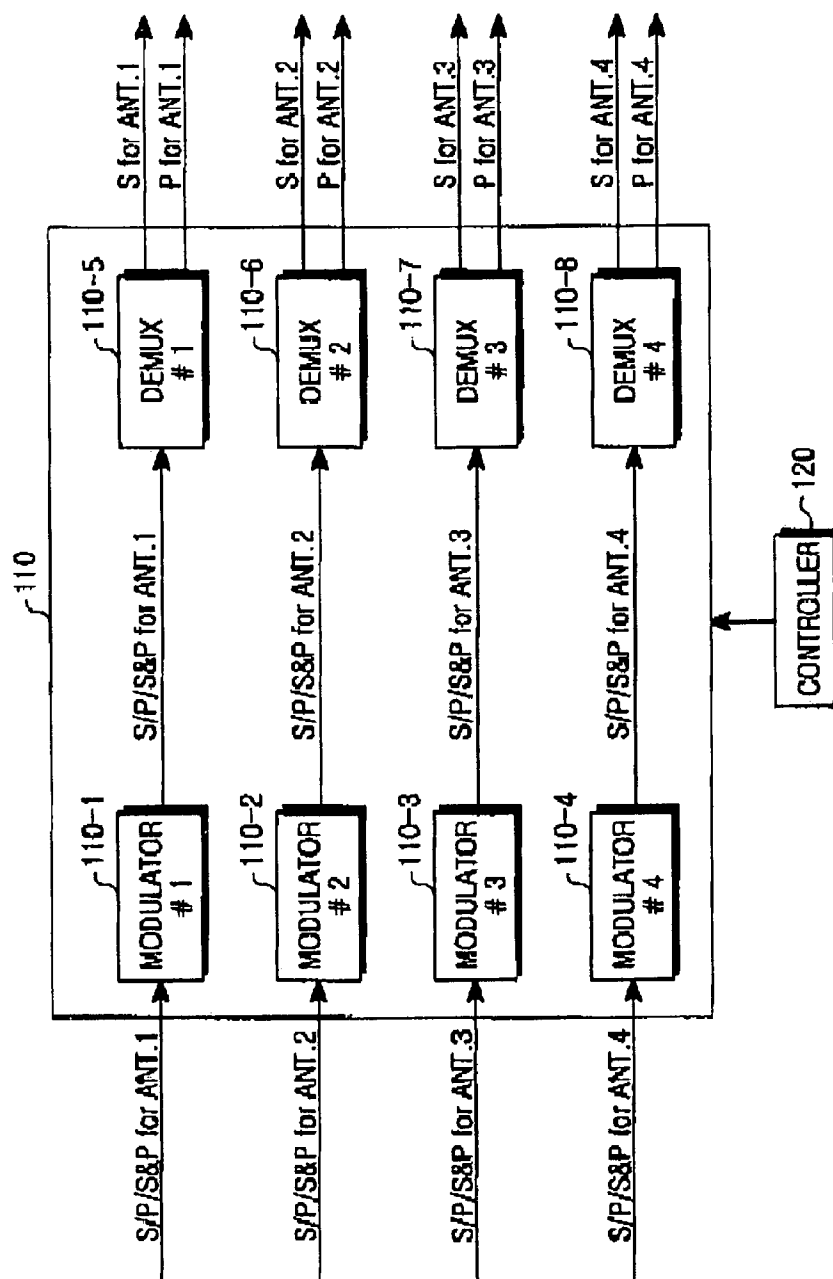


FIG. 6

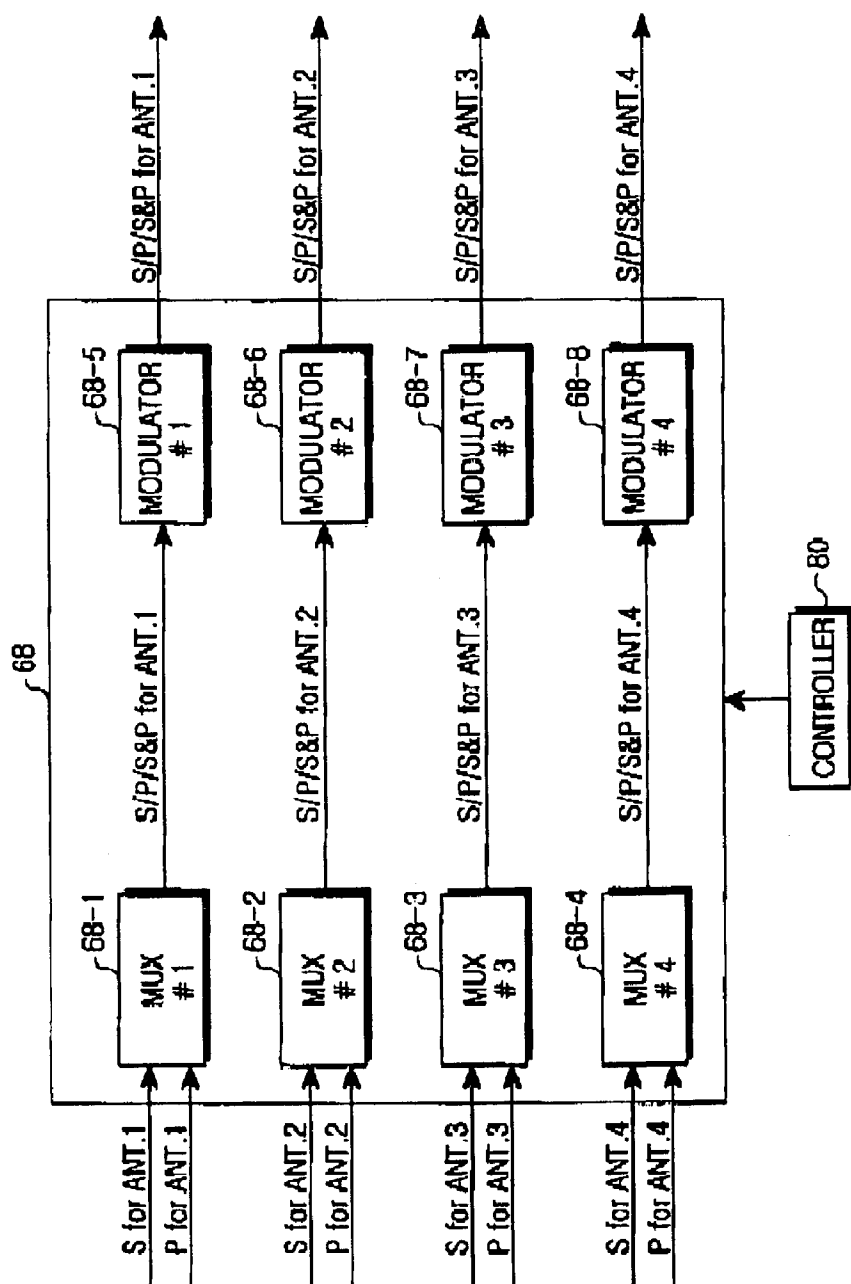


FIG. 7

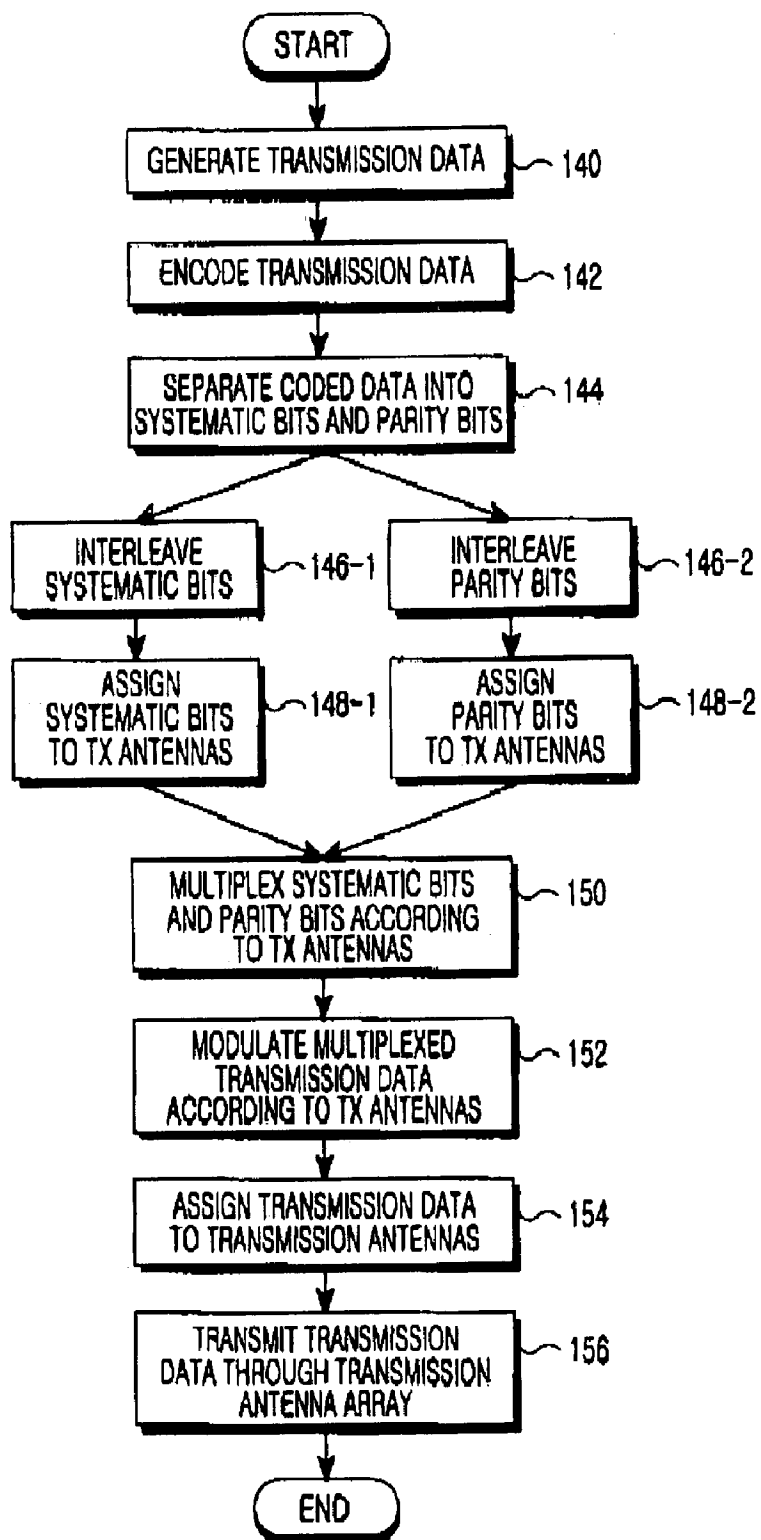


FIG. 8



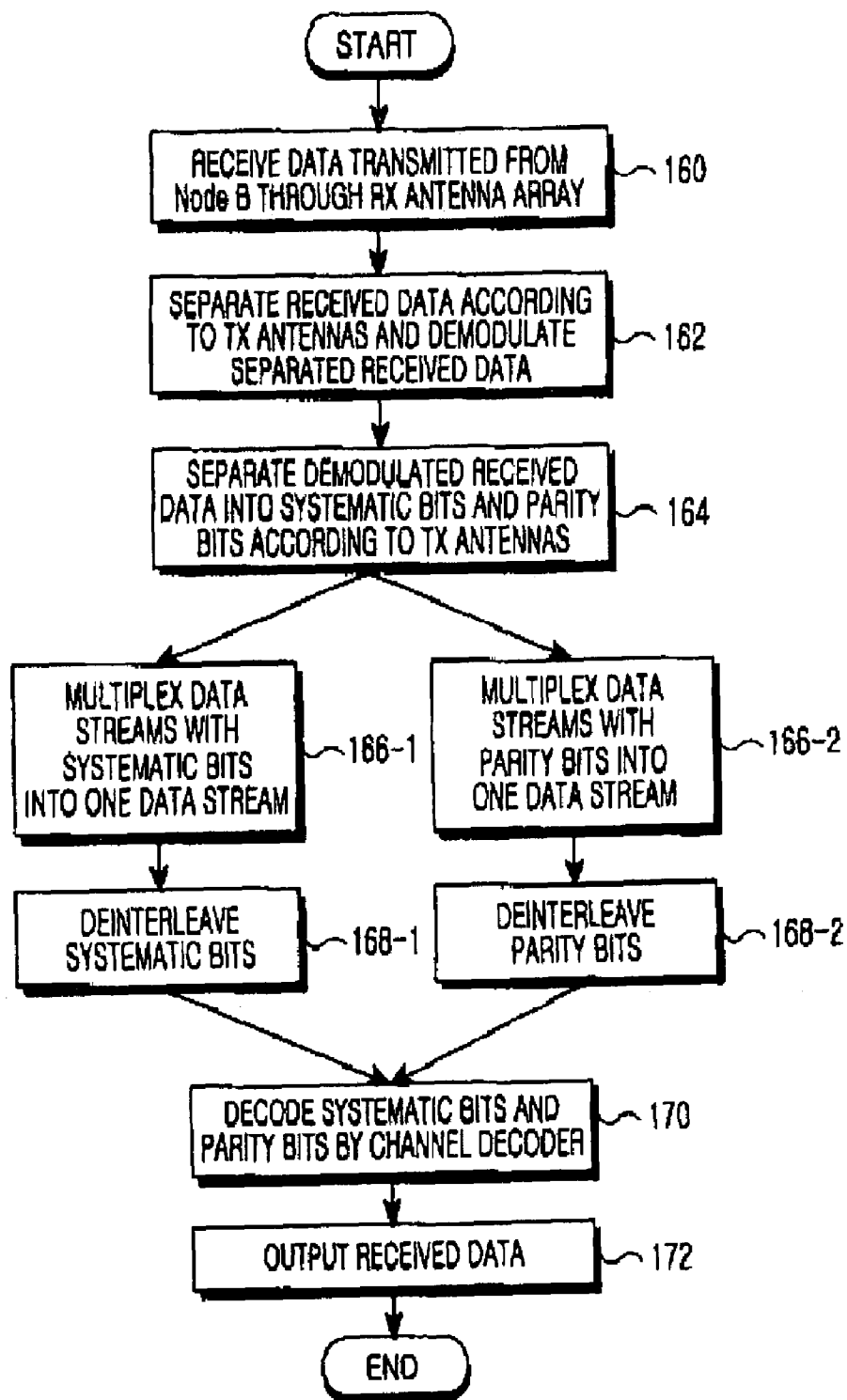


FIG. 9

**APPARATUS AND METHOD FOR  
TRANSMITTING/RECEIVING DATA  
ACCORDING TO CHANNEL CONDITION IN  
A CDMA MOBILE COMMUNICATION  
SYSTEM WITH ANTENNA ARRAY**

PRIORITY

This application claims priority to an application entitled "Apparatus and Method for Transmitting/Receiving Data According to Channel Condition in a CDMA Mobile Communication System with Antenna Array" filed in the Korean Industrial Property Office on Jan. 7, 2002 and assigned Serial No. 2002-837, the contents of which are incorporated herein by reference herein.

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

The present invention relates generally to a data transmission/reception apparatus and method in a CDMA (Code Division Multiple Access) mobile communication system, and in particular, to a data transmission/reception apparatus and method suitable for high-speed data transmission requiring an adaptive modulation and coding scheme.

2. Description of the Related Art

A mobile communication system has evolved from an early voice communication system that chiefly provides a voice service into a high-speed, high-quality radio data packet communication system that provides a data service and a multimedia service. Standardizations on HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) and 1xEV-DV (Evolution Data and Voice) are separately made by 3GPP (3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project) and 3GPP2 (3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project 2) in an attempt to find out a solution for a high-speed, high-quality radio data packet transmission service of 2 Mbps or over in a 3<sup>rd</sup> generation mobile communication system. Meanwhile, a 4<sup>th</sup> generation mobile communication system is proposed to provide a high-speed, high-quality multimedia service superior to that of the 3<sup>rd</sup> generation mobile communication system.

In radio communications, a principal factor of impeding the high-speed, high-quality data service lies in a channel environment. The radio channel environment is frequently changed due to a variation in signal power caused by white noise and fading, shadowing, Doppler effect caused by a movement of and a frequent change in speed of a UE (User Equipment), and interference caused by other users and a multipath signal. Therefore, in order to provide the high-speed radio data packet service, there is a need for an improved technology capable of increasing adaptability to the variation in the channel environment in addition to the general technology provided for the existing 2<sup>nd</sup> or 3<sup>rd</sup> generation mobile communication system. A high-speed power control method used in the existing system also increases adaptability to the variation in the channel environment. However, both the 3GPP and the 3GPP2, carrying out standardization on the high-speed data packet transmission system, make reference to AMCS (Adaptive Modulation/Coding Scheme) and HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request).

The AMCS is a technique for adaptively changing a modulation scheme (or technique) and a coding rate of a channel encoder according to a variation in the downlink channel environment. Commonly, a UE acquires channel quality information of the downlink by measuring a signal-to-noise ratio (SNR), and transmits the channel quality

information of the downlink to a Node B over an uplink. The Node B predicts a channel condition of the downlink channel based on the channel quality information of the downlink, and designates a proper modulation scheme and coding rate based on the predicted value. The modulation schemes considered in the HSDPA and 1xEV-DV include QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), 8PSK (8-ary Phase Shift Keying), 16QAM (16-ary Quadrature Amplitude Modulation) and 64QAM (64-ary Quadrature Amplitude Modulation), and the coding rates considered in the HSDPA and 1xEV-DV include  $\frac{1}{2}$  and  $\frac{3}{4}$ . Therefore, an AMCS system applies the high-order modulation schemes (16QAM and 64QAM) and the high coding rate  $\frac{3}{4}$  to the UE having a good channel condition, and applies the low-order modulation schemes (QPSK and 8PSK) and the low coding rate  $\frac{1}{2}$  to the UE having a poor channel condition. Commonly, a UE with a good channel condition is a UE located in the vicinity of a Node B, and a UE with a poor channel condition is a UE located in a boundary of a cell. Compared with the existing high-speed power control method, the AMCS decreases an interference signal, improving average system performance.

The HARQ is a link control technique for correcting an error by retransmitting the errored data upon occurrence of a packet error at initial transmission. Generally, the HARQ is classified into Chase Combining (CC), Full Incremental Redundancy (FIR), and Partial Incremental Redundancy (PIR). The CC is a technique for transmitting a packet such that the whole packet transmitted at retransmission is equal to the packet transmitted at initial transmission. In this technique, a receiver combines the retransmitted packet with the initially transmitted packet. By doing so, it is possible to increase reliability of coded bits input to a decoder, thus resulting in an increase in the entire system performance. Combining the two same packets is similar to repeated coding in terms of effects, so it is possible to increase a performance gain by about 3 dB on the average. The FIR is a technique for transmitting a packet comprised of only the parity bits generated from the channel encoder instead of the same packet, thus to improve a coding gain of a decoder in the receiver. That is, the decoder uses the new parity bits as well as the initially transmitted information during decoding, resulting in an increase in the coding gain. The increase in the coding gain improves performance of the decoder. It is well known in a coding theory that a performance gain by a low coding rate is higher than a performance gain by repeated coding. Therefore, the FIR is superior to the CC in terms of only the performance gain. Unlike the FIR, the PIR is a technique for transmitting a combined data packet of systematic bits and new parity bits at retransmission. The PIR obtains the similar effect to the CC by combining the retransmitted systematic bits with the initially transmitted systematic bits during decoding. Further, the PIR obtains the similar effect even to the FIR by performing decoding using the parity bits. The PIR has a coding rate slightly higher than that of the FIR, showing medium performance between the FIR and the CC. However, the HARQ should be considered in the light of not only the performance but also the system complexity such as a buffer size and signaling of the receiver, so it is not easy to determine which HARQ technique best applies.

The AMCS and the HARQ are separate techniques for increasing adaptability to the variation in the link environment. However, it is possible to greatly improve the system performance by combining the two techniques. That is, if a modulation scheme and a coding rate proper for a downlink channel condition by the AMCS, then data packets corresponding thereto are transmitted.

FIG. 1 illustrates a structure of a conventional transmitter for high-speed packet data transmission. Referring to FIG. 1, a channel encoder 10 can realize AMCS and HARQ under the control of a controller 18. The channel encoder 10 is comprised of an encoder and a puncturer. If data proper to a data rate is applied to an input terminal of the channel encoder 10, the encoder performs encoding and provides the coded bits to a channel interleaver 14, in order to reduce a transmission error rate. The channel interleaver 14, a device for coping with a fading channel, separates bits constituting particular information (e.g., one word of a voice signal) from one another as far as possible, thereby decreasing a probability that the information will be lost at the same time. The interleaved signal is modulated into a symbol by a modulator 16 before being transmitted. A receiver then performs error decision on a received packet and informs the transmitter of the error decision result. If there is no error, the transmitter transmits a new packet. Otherwise, if there is an error, the transmitter retransmits the previously transmitted data. For the retransmission, the transmitter may transmit the same transmission data as initially transmitted data according to the CC of the HARQ, or transmit new channel-coded data according to the FIR or PIR of the HARQ. In the next generation mobile communication system, a more powerful coding technique is required for reliable transmission of high-speed multimedia data. A turbo encoder is a typical example of the channel encoder 10. It is known that a channel coding technique using the turbo encoder shows performance most approximative to the Shannon limit in light of a bit error rate (BER) even at a low SNR. This channel coding technique is adopted for the HSDPA and the 1xEV-DV by the 3GPP and the 3GPP2.

An output of the turbo encoder can be divided into systematic bits and parity bits. The systematic bits mean actual data to be transmitted, and the parity bits mean a parity signal added to correct an error generated during transmission at the receiver. Though not illustrated in FIG. 1, the channel encoder 10 includes a puncturer in a CDMA mobile communication system. The puncturer selectively punctures the systematic bits or parity bits among the output of the channel encoder 10, thereby satisfying the determined coding rate and demodulation order.

An operation of the channel encoder 10 will be described in detail. An input signal applied to the channel encoder 10 is output as a stream X of systematic bits. A first internal encoder of the channel encoder 10 encodes the input signal, and outputs two different streams Y1 and Y2 of parity bits. The input signal is also provided to an internal interleaver of the channel encoder 10. A signal interleaved by the internal interleaver is output as a stream X' of interleaved systematic bits, and at the same time, provided to a second internal encoder of the channel encoder 10. The second internal encoder encodes the interleaved signal and outputs two different streams Z1 and Z2 of parity bits. The streams X and X' of systematic bits, and the streams Y1, Y2, Z1 and Z2 of parity bits are provided to a puncturer in the channel encoder 10. The puncturer punctures the streams X and X' of interleaved systematic bits, and the different streams Y1, Y2, Z1 and Z2 of parity bits using a puncturing pattern selected by a control signal from the controller 18, thereby outputting only desired systematic bits and parity bits. The puncturing pattern used in the puncturer is provided from a puncturing pattern generator. The puncturing pattern depends upon a coding rate and the HARQ type. That is, if the HARQ type is CC, the puncturer punctures the coded bits such that the systematic bits and the parity bits have a fixed combination according to a prescribed coding rate, so the transmitter can

transmit the same packet at each transmission. However, if the HARQ type is IR (Incremental Redundancy), the puncturer punctures the coded bits using a combination of the systematic bits and the parity bits at initial transmission, and determines whether to include the systematic bits at retransmission according to whether the IR is PIR or FIR. However, the puncturer may puncture the coded bits using various combinations of the systematic bits no matter whether the IR is PIR or FIR, thereby increasing the entire coding gain.

The systematic bits and the parity bits output from the channel encoder 10 are applied to the interleaver 14. The interleaver 14 interleaves coded bits comprised of the systematic bits and the parity bits. Therefore, the systematic bits and the parity bits are combined into one bit stream. The stream of the interleaved coded bits is applied to the modulator 16. The modulator 16, under the control of the controller 18, modulates the stream of coded bits by a prescribed modulation scheme and outputs modulation symbols. The modulation symbols output from the modulator 16 are distributed by a transmission antenna assigner 20 to a plurality of antennas constituting an antenna array. The distributed modulation symbols are transmitted through the associated antennas.

FIG. 2 illustrates a structure of a receiver corresponding to the transmitter described in conjunction with FIG. 1. Referring to FIG. 2, modulation symbols are received through a plurality of reception antennas constituting one antenna array, and the modulation symbols received through the associated antennas are provided to a channel estimation and antenna data classification block 48. The channel estimation and antenna data classification block 48 multiplexes the modulation symbols received through the reception antennas into one stream of modulation symbols. The stream of the modulation symbols is provided to a demodulator 50, and the demodulator 50 demodulates the stream of modulation symbols into a stream of coded bits by a modulation scheme corresponding to the modulation scheme used in the transmitter. The stream of coded bits are provided to a deinterleaver 54, and the deinterleaver 54 deinterleaves the stream of coded bits according to the interleaving pattern used in the transmitter. The stream of the deinterleaved coded bits is provided to a channel decoder 56, and the channel decoder 56 decodes the stream of the deinterleaved coded bits under the control of a controller 58 and outputs the decoded data stream as received data.

Commonly, in the case where errors occur in transmission data at a prescribed rate in a transmitter and a receiver for high-speed packet data transmission, errors generated in systematic bits exert more influence on entire performance of the mobile communication system, compared with errors generated in parity bits. Therefore, assuming that the same error rate is maintained as a whole, if the errors generated in the parity bits are larger in number than the error generated in the systematic bits, the receiver can perform decoding more accurately. That is, the systematic bits have more influence on the decoder compared with the parity bits. The reason is because the parity bits are redundant coded bits added to correct transmission errors during decoding.

The interleaver 14 in the transmitter of the conventional mobile communication system performs symbol interleaving regardless of priority (or importance) of the systematic bits and the parity bits. In other words, the conventional transmitter mixes the systematic bits and the parity bits, segments the mixed data bits according to transmission antennas of an antenna array, and transmits the segmented data bits through the associated transmission antennas. In

this case, the transmission antennas have different transmission capabilities. Therefore, if a particular transmission antenna has a poor transmission capability, the systematic bits and the parity bits have a similar error rate, affecting the entire system performance. This means that the system performance becomes worse than when errors occur only in the parity bits. Therefore, there is a demand for a technique for decreasing a probability that errors will occur in systematic bits by taking into consideration a channel condition for the signals transmitted through the transmission antennas, thereby increasing the entire system performance.

Further, in a mobile communication system performing data transmission and reception using multiple antennas, in the case where transmission antennas have a similar channel condition, even though the transmission data is separated into systematic bits and parity bits before being transmitted, a performance gain may not occur. In this case, it is possible to improve system performance by assigning (or mapping) the systematic bits to the bits corresponding to positions more resistive to an error among the bits constituting a symbol and assigning the parity bits to the bits corresponding to positions relatively susceptible to an error, during modulation.

However, the above-stated techniques for improving performance of the mobile communication system have been used separately only. That is, in a mobile communication system using multiple antennas, there is not a case where a channel condition for each transmission antenna is applied using both techniques.

The conventional HARQ and AMCS techniques have contributed to an increase in entire system performance in high-speed packet communications. In addition, many attempts are still being made for an improved method. For example, there has been proposed a method for changing a level of the AMCS when a condition of a reception channel is changed during retransmission. That is, it is necessary to select an optimal transmission method according to a channel condition at initial transmission and retransmission.

In addition, there has been proposed a method for increasing a data rate by increasing the number of transmission/reception antennas used in Node Bs and UEs. In this case, since the transmission antennas have different transmission characteristics, future studies should be made into a transmission method considering the different transmission characteristics.

## SUMMARY OF THE INVENTION

When a plurality of transmission/reception antennas are used for data transmission, a channel condition for each antenna is changed over time. A difference of the channel characteristic or channel condition between the antennas a diversity. As a result, for data transmission through each antenna, several transmission methods depending on the channel condition are required. As circumstances require, a transmission condition of the transmission/reception antennas may be determined such that it is possible to transmit data by simply separating the data into the systematic bits and the parity bits. However, in some cases, the transmission/reception antennas have a similar transmission condition, so it is not possible to determine priority of transmission/reception antennas. In this case, it is possible to improve the entire system performance through a method of distinguishing only priority of the bits constituting a symbol and separately mapping the systematic bits with high priority and the parity bits with low priority.

Accordingly, it is necessary to estimate cases where a transmission condition of multiple transmission/reception antennas is diversified, and design a system that can be flexibly adapted to each of the cases.

It is, therefore, an object of the present invention to provide a new data transmission/reception apparatus and method for improving entire system performance of a CDMA mobile communication system with an antenna array.

It is another object of the present invention to provide an apparatus and method for classifying transmission data according to how much the transmission data affects data reception performance, based on the fact that channels have different transmission conditions, and thereby transmitting different data through multiple transmission antennas.

It is further another object of the present invention to provide an apparatus and method for transmitting transmission data bits through antennas having different channel environments according to priority.

It is yet another object of the present invention to provide an apparatus and method for transmitting coded bits with high priority among transmission data bits through an antenna having a good channel condition.

It is still another object of the present invention to provide an apparatus and method for transmitting coded bits with low priority among transmission data bits through an antenna having a poor channel condition.

It is still another object of the present invention to provide an apparatus and method for mapping transmission data bits to positions with different reliabilities of a symbol according to priorities of the data bits, and properly distributing the mapped data bits to antennas having different channel conditions before transmission.

It is still another object of the present invention to provide a data transmission/reception apparatus and method for optimally adapting transmission data to a time-variant channel environment during modulation based on a position of data bits mapped to a symbol in a CDMA mobile communication system with an antenna array.

According to a first aspect of the present invention, there is provided a method for providing first and second interleaved bit streams to a modulator in order to transmit the first and second interleaved bit streams through at least two antennas in a mobile communication system including an encoder for encoding a transmission data stream at a given coding rate into a first bit stream with first priority and a second bit stream with second priority being lower than the first priority, an interleaver for interleaving the first and second bit streams and generating the first and second interleaved bit streams, and the modulator for modulating the first and second interleaved bit streams by a given modulation scheme. The method generates a combination of at least one of a first combination bit streams representing a combination of bits from the first interleaved bit stream, a second combination bit streams representing a combination of bits from the second interleaved bit stream, and a third combination bit streams representing a combination of bits from the first interleaved bit stream and the second interleaved bit stream according to power condition information of the respective antennas. The number of bits in each of the first, second and third combination bit streams is determined according to the modulation scheme.

According to a second aspect of the present invention, there is provided a method for providing first and second interleaved bit streams to a modulator in order to transmit the first and second interleaved bit streams through at least two antennas in a mobile communication system including

an encoder for encoding a transmission data stream at a given coding rate into a first bit stream with first priority and a second bit stream with second priority being lower than the first priority, an interleaver for interleaving the first and second bit streams and generating the first and second interleaved bit streams, and the modulator for modulating the first and second interleaved bit streams by a given modulation scheme. The method comprises distributing the first interleaved bit stream into first assignment bit streams for the respective antennas and the second interleaved bit stream into second assignment bit streams for the respective antennas according to power condition information of the respective antennas; and generating combination bit streams for each antenna by combining the first assignment bit streams and the second assignment bit streams for each antenna, and providing the generated combination bit streams to the modulator.

According to a third aspect of the present invention, there is provided an apparatus for providing first and second interleaved bit streams to a modulator in order to transmit the first and second interleaved bit streams through at least two antennas in a mobile communication system including an encoder for encoding a transmission data stream at a given coding rate into a first bit stream with first priority and a second bit stream with second priority being lower than the first priority, an interleaver for interleaving the first and second bit streams and generating the first and second interleaved bit streams, and the modulator for modulating the first and second interleaved bit streams by a given modulation scheme. The apparatus comprises a distributor for distributing the first interleaved bit stream into first assignment bit streams for the respective antennas and the second interleaved bit stream into second assignment bit streams for the respective antennas according to power condition information of the respective antennas; and a multiplexer for generating combination bit streams for each respective antenna by combining the first assignment bit streams and the second assignment bit streams for each respective antenna, and providing the generated combination bit streams to the modulator.

According to a fourth aspect of the present invention, there is provided a method for separating first and second interleaved bit streams from combination bit streams in a mobile communication system including a demodulator for receiving modulated combination bit streams through at least two antennas and generating the combination bit streams by demodulating the modulated combination bit streams according to the antennas, a deinterleaver for generating first and second bit streams by deinterleaving first and second interleaved bit streams from the combination bit streams, and a decoder for decoding a data stream from the deinterleaved first bit stream with first priority and the deinterleaved second bit stream with second priority being lower than the first priority. The method comprises separating a first assignment bit stream and a second assignment bit stream from each of the combination bit streams demodulated according to the antennas based on power condition information of the respective antennas; and multiplexing the first assignment bit streams separated according to the antennas into the first interleaved bit stream and multiplexing the second assignment bit streams separated according to the antennas into the second interleaved bit stream.

According to a fifth aspect of the present invention, there is provided an apparatus for separating first and second interleaved bit streams from combination bit streams in a mobile communication system including a demodulator for receiving modulated combination bit streams through at

least two antennas and generating the combination bit streams by demodulating the modulated combination bit streams according to the antennas, a deinterleaver for generating first and second bit streams by deinterleaving first and second interleaved bit streams from the combination bit streams, and a decoder for decoding a data stream from the deinterleaved first bit stream with first priority and the deinterleaved second bit stream with second priority being lower than the first priority. The apparatus comprises a demultiplexer for separating a first assignment bit stream and a second assignment bit stream from each of the combination bit streams demodulated according to the antennas based on power condition information of the respective antennas; and a multiplexer for multiplexing the first assignment bit streams separated according to the antennas into the first interleaved bit stream and multiplexing the second assignment bit streams separated according to the antennas into the second interleaved bit stream.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The above and other objects, features and advantages of the present invention will become more apparent from the following detailed description when taken in conjunction with the accompanying drawings in which:

FIG. 1 illustrates a structure of a conventional transmitter in a CDMA mobile communication system with an antenna array for multi-path transmission;

FIG. 2 illustrates a structure of a conventional receiver in a CDMA mobile communication system with an antenna array for multi-path transmission;

FIG. 3 illustrates a structure of a transmitter in a CDMA mobile communication system with an antenna array for multi-path transmission according to an embodiment of the present invention;

FIG. 4 illustrates a structure of a receiver in a CDMA mobile communication system with an antenna array for multi-path transmission according to an embodiment of the present invention;

FIG. 5 illustrates a detailed structure of the distribution block illustrated in FIG. 3;

FIG. 6 illustrates a detailed structure of the demodulation and demultiplexing block in the receiver of FIG. 4;

FIG. 7 illustrates a detailed structure of the multiplexing and modulation block illustrated in FIG. 3;

FIG. 8 illustrates a communication process performed by the transmitter according to an embodiment of the present invention; and

FIG. 9 illustrates a communication process performed by the receiver according to an embodiment of the present invention.

## DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

A preferred embodiment of the present invention will be described herein below with reference to the accompanying drawings. In the following description, well-known functions or constructions are not described in detail since they would obscure the invention in unnecessary detail.

In the following description, the present invention will provide one typical embodiment in order to achieve the technical subject stated above, and other possible embodiments will be mentioned during a description of the present invention. In the embodiment, a Node B performs channel coding on transmission data, separates data that may affect reception performance at a receiver into systematic bits and

parity bits, and assigns or multiplexes the separated bits to corresponding transmission antennas. That is, the transmission data bits are assigned to the transmission antennas in such a manner that only systematic bits or parity bits among the data bits are transmitted according to a channel coding rate, a transmission condition for each transmission antenna, and a relationship between transmission conditions of the transmission antennas. Alternatively, the systematic bits are modulated together with the parity bits before being transmitted. In addition, such data transmission can be used in the same manner at initial transmission and retransmission in the HARQ. The transmission data is separated into several data groups in such a way that if a transmission data group greatly affects performance of a receiver, the transmission data is classified into data with high priority, and if a transmission data group only slightly affects performance of the receiver, the transmission data is classified into data with low priority.

Prior to a description of an embodiment of the present invention, assumptions used to realize the present invention will be summarized. Such assumptions are made for convenience of explanation, and it would be obvious to those skilled in the art that the specific values can be changed without departing from the spirit and scope of the invention.

It will be assumed that a channel encoder can operate at a coding rate of  $\frac{1}{2}$  and  $\frac{3}{4}$ , and support some or all of modulation schemes of QPSK, 8PSK, 16QAM and 64QAM. Therefore, a coding operation is divided as illustrated in Table 1.

TABLE 1

Coding Rate	Modulation Scheme
$\frac{1}{2}$	QPSK
	8PSK
	16QAM
	64QAM
$\frac{3}{4}$	QPSK
	8PSK
	16QAM
	64QAM

The present invention mixes two methods for improving the entire system performance, thereby providing a method that can more adaptively cope with a change in a channel condition and improve reception performance. Herein, a description will be made of a system and method that uses each of the two methods of improvement, and a system proposed by the present invention.

#### First Method

A first method is to distribute systematic bits and parity bits that were separated according to priority to corresponding transmission antennas based on current channel or antenna performance.

A detailed description of the first method will now be made. If a coding rate is a symmetric coding rate of  $\frac{1}{2}$ , a channel encoder receives 1 input bit and outputs 2 coded bits. In this case, 1 bit out of the 2 coded bits is a systematic bit and the remaining 1 bit is a parity bit. If the coding rate is an asymmetric coding rate of  $\frac{3}{4}$ , the channel encoder receives 3 input bits and outputs 4 coded bits. The 4 coded bits are comprised of 3 systematic bits and 1 parity bit.

As stated above, the present invention is applied to a mobile communication system with multiply transmission antennas, or an antenna array, and the antenna array simultaneously transmits transmission data through several transmission antennas. In addition, the transmission antennas

have different transmission conditions according to conditions of their radio channels, since the transmission signals transmitted through the transmission antennas pass through different radio channels. If two transmission antennas are used, the transmission antennas may have a channel pattern [H, L] or its reverse channel pattern. Here, "H" means that a channel condition where the data is transmitted through the transmission antenna is good, so that there is a low probability that an error will occur in the transmission data. This is defined as "good transmission condition" or "high reliability." Further, "L" means that a channel condition where the data is transmitted through the transmission antenna is poor, so that there is a high probability that an error will occur in the transmission data. This is defined as "poor transmission condition" or "low reliability." In this case, systematic bits with high priority among the coded bits are assigned (or mapped) to a transmission antenna with a good transmission condition, and parity bits with low priority are assigned to a transmission antenna with a poor transmission condition, thereby increasing system performance. An exemplary method of assigning data bits/symbols to transmission antennas according to a coding rate and a transmission condition of the transmission antennas will be described herein below.

It will be assumed that a coding rate is  $\frac{1}{2}$ , and the number of transmission antennas is 4. When 4 transmission antennas are used, a transmission condition pattern of the transmission antennas can be determined as [H, M, M, L], [H, M, L, L], [H, L, L, L], [H, L, x, x] or [1, 2, 3, 4]. In the pattern, "M" means a medium transmission condition, "L" means a low transmission condition (poor reliability), "H" means a high transmission condition (high reliability), and "x" represents a bad transmission condition in which transmission is impossible. In addition, 1, 2, 3, and 4 represent a relative transmission order. No matter whether the transmission conditions are represented by H and L or 1, 2, 3 and 4, two transmission antennas with a good transmission condition transmit systematic bits with high priority, and the remaining two transmission antennas transmit parity bits with low priority. If the transmission condition pattern is [H, x, x, L], the systematic bits are transmitted through transmission antennas with a transmission condition H, and the parity bits are transmitted through transmission antennas with a transmission condition L. In addition, data bits separated according to priority may undergo channel interleaving and modulation in the same way. Alternatively, the data bits may undergo channel interleaving and modulation in different ways, if a receiver previously knows the channel interleaving rule and the modulation scheme.

Next, a description will be made of a method for classifying data bits with different priorities according to transmission antenna for a coding rate of  $\frac{3}{4}$ .

If a coding rate is  $\frac{3}{4}$ , the channel encoder generates 3 systematic bits and 1 parity bit for 3 input information bits. If the 4 transmission antennas have a transmission condition pattern [H, M, M, L], the systematic bits are transmitted through transmission antennas with transmission conditions H, M and M, and the 1 parity bit is transmitted through a transmission antenna with a transmission condition L. The other description is similar to the foregoing description, and even though the number of transmission antennas is increased, it is possible to separately transmit systematic bits and parity bits according to transmission conditions of the transmission antennas.

#### Second Method

A second method, among two conventional methods for increasing performance of a mobile communication system

at a receiver, is to perform differential symbol mapping on coded bits by a prescribed modulation scheme according to priority of the coded bits. That is, coded bits with high priority among the coded bits are mapped to bit positions with high reliability, and coded bits with low priority are mapped to bit positions with low reliability.

A detailed description of the second method will be made herein below. If a coding rate is a symmetric coding rate of  $\frac{1}{2}$ , the channel encoder outputs 1 systematic bit and 1 parity bit. If the coding rate is an asymmetric coding rate of  $\frac{3}{4}$ , the channel encoder receives 3 input bits and outputs 4 coded bits. The 4 coded bits are comprised of 3 systematic bits and 1 parity bit. Meanwhile, in 16QAM, one of the modulation schemes in Table 1, one symbol can be expressed with 4 bit positions such as [H, H, L, L], and in 64QAM, one symbol can be expressed with 6 bit positions such as [H, H, M, M, L, L]. Here, "H," "M" and "L" correspond to reliabilities determined according to positions of a plurality of bits constituting a symbol. Therefore, transmission data bits with high priority are mapped to bit positions with high reliability, and transmission data bits with low priority are mapped to bit positions with low reliability, thereby improving entire system performance of the mobile communication system. Now, a brief description will be made of symbol mapping based on each of the coding rates  $\frac{1}{2}$  and  $\frac{3}{4}$  and the modulation schemes of 16QAM and 64QAM.

First, when using a coding rate  $\frac{1}{2}$  and a modulation scheme of 16QAM, a transmitter maps 2 systematic bits to two bit positions "H" with high reliability, and maps 2 parity bits to two bit positions "L" with low reliability. In this case, it is preferable to use an interleaver with a fixed length.

Second, when using a coding rate  $\frac{3}{4}$  and a modulation scheme of 16QAM, the transmitter can use either an interleaver with a fixed length or an interleaver with a variable length. When the transmitter uses an interleaver with a fixed length, an interleaver length for interleaving systematic bits is equal to an interleaver length for interleaving parity bits. However, when the transmitter uses an interleaver with a variable length, an interleaver length for interleaving systematic bits may be different from an interleaver length for interleaving parity bits.

When using an interleaver with a fixed length, the transmitter maps 2 systematic bits to 2 bit positions "H" with high reliability after interleaving, and maps the remaining 1 systematic bit and 1 parity bit to 2 bit positions "L" with low reliability after interleaving. Therefore, when a length of the interleaver is fixed, a structure for distributing the same number of coded bits to a plurality of interleavers is required. However, when using an interleaver with a variable length, the transmitter varies a length of the interleaver according to the number of input systematic bits and the number of input parity bits. That is, the transmitter maps 3 systematic bits to two "H" bit positions and one "L" bit position after interleaving, and maps 1 parity bit to the remaining one "L" bit position after interleaving.

Third, when using a coding rate  $\frac{1}{2}$  and a modulation scheme of 64QAM, the transmitter maps 2 systematic bits to two bit positions "H" with high reliability and the remaining 1 systematic bit to one of two bit positions "M" with medium reliability. Further, the transmitter maps 2 parity bits to two bit positions "L" with low reliability, and maps the remaining 1 parity bit to the remaining one bit position "M" with medium reliability. In this case, it is preferable to use an interleaver with a fixed length.

Fourth, when using a coding rate  $\frac{3}{4}$  and a modulation scheme of 64QAM, the transmitter can use either an interleaver with a fixed length or an interleaver with a variable

length. When using the interleaver with a fixed length, the transmitter determines a ratio of systematic bits to parity bits so that the systematic bits can be mapped to the bit positions with high reliability in the symbol patterns.

#### Combination of First Method and Second Method

The present invention provides a method for additionally increasing performance of a mobile communication system by combining the two methods stated above. When a channel condition suitable to the first method and the second method does not occur, the two methods are combined to stably increase system performance even though the channel condition is diversified.

A mobile communication system proposed by the present invention is comprised of a Node B and a UE, both including an antenna array. The mobile communication system with multiple antennas classifies transmission data into several groups according to how much they affect system performance. For example, the transmission data can be classified into an important data group and an unimportant data group. The classified transmission data is provided to different transmission antennas according to a condition of a transmission channel. First, when the transmission data is classified into a data group corresponding to transmission antennas with a good transmission condition and a data group corresponding to transmission antennas with a poor transmission condition, the transmission antennas transmit transmission data with different priorities. That is, the transmitter transmits the important data through transmission antennas with a good transmission condition, and the unimportant data through transmission antennas with a poor transmission condition. Next, in the case where transmission conditions of the transmission antennas are similar to or scarcely different from one another, when modulating a plurality of data bits into one symbol, the transmitter assigns important data bits to bit positions with high transmission reliability and unimportant data bits to bit positions with low transmission reliability.

Transmission condition patterns of a channel, for which both of the two methods can be used, become [H, M, M, L], [H, H, H, L], [H, L, L, L], [H, H, H, H] and [L, L, L, L], and as illustrated, a ratio of transmission antennas with a good transmission condition to transmission antennas with a poor transmission condition is not constant. However, in the case where all the transmission antennas have a good transmission condition or a poor transmission condition, it is not possible to improve the entire performance of the mobile communication system even though the transmission antennas separately transmit data bits with different priorities. In contrast, when the transmission antennas are separated into transmission antennas with a good transmission condition and transmission antennas with a poor transmission condition, a method of differently assigning transmission data bits according to positions of bits constituting a symbol for modulation of the data bits may not generate a gain. In this case, therefore, it is possible to improve performance of the mobile communication system by combining the method of distributing transmission data to transmission antennas with the method of distinguishably assigning data bits transmitted through a particular transmission antenna to bit positions of a symbol.

For example, if a transmission condition pattern of a channel is [H, M, M, L], first and fourth transmission antennas have transmission conditions H and L, respectively, so systematic bits are transmitted through the first transmission antenna and parity bits are transmitted through the fourth transmission antenna. In addition, since second and third transmission antennas have the same transmission

condition, systematic bits are assigned to bit positions with high reliability within one symbol and parity bits are assigned to bit positions with low reliability for transmission through these antennas. This method is suitable to a coding rate  $\frac{1}{2}$ . If a coding rate is  $\frac{3}{4}$ , it is possible to mix the two methods. That is, it is possible to transmit three systematic bits through first, second and third transmission antennas, and transmit a parity bit through a fourth transmission antenna. As stated above, the proposed method can be applied without restricting possible channel transmission conditions of transmission antennas, thus guaranteeing optimal performance.

When all the transmission antennas have a good transmission condition or a poor transmission condition, the present invention assigns different transmission data according to bit positions constituting a symbol during symbol generation for modulation without distributing transmission data to the transmission antennas, thereby increasing transmission efficiency. As described before, the proposed method can be applied in various ways according to a coding rate, a modulation scheme of each transmission antenna, and a transmission condition of a channel.

When a Node B transmits data in the proposed method, a UE receives a signal transmitted from the Node B, using a reception antenna array or one reception antenna. Here, a transmission condition for each transmission antenna of a transmission antenna array is measured by the Node B. Alternatively, the transmission condition is measured by the UE and then, fed back over an uplink channel set up to the Node B. The Node B determines transmission conditions of the transmission antennas based on the measured or feedback information, and also determines priorities based on the transmission conditions. The determined transmission conditions of the transmission antennas become a criterion for determining a data transmission method.

Meanwhile, in order to be provided with transmission condition information from a UE, the Node B must transmit a pilot signal so that the UE can measure transmission conditions of the individual antennas. Therefore, the Node B transmits a pilot signal to the UE over a common pilot channel along with data groups assigned to corresponding transmission antennas. The UE acquires transmission condition information of signals received through the transmission antennas, using the pilot signal. The UE transmits the acquired transmission condition information to the Node B. The Node B determines transmission conditions of the individual antennas based on the received transmission condition information, and assigns coded data bits of the next transmission frame to the transmission antennas according to their priorities or performs symbol mapping. Since the UE can determine an antenna through which bits of the next transmission frame will be received or a mapping rule by which the bits were symbol-mapped, based on the information transmitted from the UE to the Node B, the UE can decode signals received through individual antennas through demodulation and demultiplexing.

Now, a method of separating transmission data into a plurality of data groups and assigning the separated data groups to transmission antennas or assigning the data groups to different bit positions for symbol mapping will be described with reference to the accompanying drawings. Further, a description will be made of how a Node B and a UE transmit and receive data through transmission and reception antenna arrays based on transmission condition information of the individual antennas. However, in the present invention, a definition of the subject for determining transmission conditions of the transmission antennas will

not be made and whether the subject feeds back transmission condition information will not be stated, because this is well described in the technique for distributing transmission data to transmission antennas according to their priorities in a MIMO (Multiple Input Multiple Output) system.

#### Structure and Operation of Transmitter

FIG. 3 illustrates a structure of a transmitter in a mobile communication system according to an embodiment of the present invention. Specifically, FIG. 3 illustrates a structure of a transmitter for transmitting input transmission data through a transmission antenna array comprised of transmission antennas 72, 74, 76 and 78 in a mobile communication system. An embodiment of the present invention will be described with reference to a typical example where a coding rate  $\frac{1}{2}$  and a modulation scheme of 16QAM are used for convenience of explanation among the coding rates and the modulation schemes illustrated in Table 1.

A channel encoder 60 receives data to be transmitted over a radio channel, and encodes the input data with a prescribed code thereby to generate coded bits. The "prescribed code" refers to a code for generating actual data bits to be transmitted and error control bits of the data bits by encoding the input data. For example, the coded bits are comprised of systematic bits and parity bits. The prescribed code for generating the systematic bits and parity bits includes a turbo code and a systematic convolutional code. The channel encoder 60 generates coded bits according to a coding rate, and the coding rate is determined by a controller 80. If the coding rate is  $\frac{1}{2}$ , a ratio of systematic bits to parity bits generated by the channel encoder 60 is 1:1. That is, when 1 data bit is received, 1 systematic bit and 1 parity bit are output. Outputs of the channel encoder 60 are provided to an interleaving block 64 that provides a time diversity gain. The interleaving block 64 is comprised of a plurality of independent interleavers 64-1 and 64-2. The first interleaver 64-1 interleaves the systematic bits and the second interleaver 64-2 interleaves the parity bits. The systematic bits and parity bits interleaved by the first and second interleavers 64-1 and 64-2 are provided to a distribution block 66. The distribution block 66 is comprised of a plurality of independent distributors 66-1 and 66-2, like the interleaving block 64. The distributors 66-1 and 66-2 each distribute as many interleaved systematic bits S and parity bits P as amounts assigned to the transmission antennas, under the control of the controller 80. The total number of coded bits assigned to the transmission antennas is determined according to a coding rate and a modulation scheme of the channel encoder 60. There exist three cases where the distribution block 66 assigns the interleaved coded bits to the transmission antennas. The 3 cases include a first case where only interleaved systematic bits are distributed to a transmission antenna, a second case where only interleaved parity bits are distributed to a transmission antenna, and a third case where interleaved systematic bits and parity bits are mixedly distributed to a transmission antenna. Meanwhile, application of the 3 cases is determined according to transmission conditions of the transmission antennas. That is, the distribution block 66 distributes only the interleaved systematic bits to a transmission antenna with a good transmission condition, and distributes only the interleaved parity bits to a transmission antenna with a poor transmission condition. Further, the distribution block 66 mixedly distributes the interleaved systematic bits and parity bits to a transmission antenna with a normal transmission condition. To this end, the distributor 66-1 for distributing the interleaved systematic bits may either distribute as many systematic bits as the total number of coded bits, or a half of the total number of



coded bits, to a transmission antenna, or never distribute the systematic bits to a transmission antenna. In FIG. 3, the systematic bits distributed to each antenna by the distributor 66-1 are represented by "S for Ant.#n," where "#n" is an index value designating a corresponding transmission antenna. Likewise, the distributor 66-2 for distributing the interleaved parity bits may either distribute as many parity bits as the total number of coded bits, or a half of the total number of coded bits, to a transmission antenna, or never distribute the systematic bits to a transmission antenna. In FIG. 3, the parity bits distributed to each antenna by the distributor 66-2 are represented by "P for Ant.#n," where "#n" is an index value designating a corresponding transmission antenna.

For example, if a coding rate is  $\frac{1}{2}$  and a modulation scheme is 16QAM, the distribution block 66 distributes the interleaved coded bits to each transmission antenna by 4 bits. The distributed 4 bits may include interleaved systematic bits, interleaved parity bits, or mixed coded bits of 2 interleaved systematic bits and 2 interleaved parity bits. More specifically, if a transmission antenna array with transmission antennas 72, 74, 76 and 78 has a transmission condition pattern [H, L, M, M], it is preferable that the first transmission antenna 72 transmits only systematic bits and the second transmission antenna 74 transmits only parity bits. Further, preferably, the third and fourth transmission antennas 76 and 78 mixedly transmit the systematic bits and the parity bits. Therefore, the distributor 66-1 distributes 4 interleaved systematic bits for "S for Ant.1," distributes no interleaved systematic bits for "S for Ant.2," and distributes 2 interleaved systematic bits for each of "S for Ant.3" and "S for Ant.4." Likewise, the distributor 66-2 distributes no interleaved parity bits for "P for Ant.1," distributes 4 interleaved parity bits for "P for Ant.2," and distributes 2 interleaved parity bits for each of "P for Ant.3" and "P for Ant.4."

Such distribution is determined by the controller 80. The controller 80 changes transmission data input to and output from the distribution block 66 according to transmission condition information of the transmission antennas 72, 74, 76 and 78, and a modulation scheme to be used for each of the transmission antennas. In the embodiment of the present invention, since a modulation scheme of all the transmission antennas 72, 74, 76 and 78 is set to 16QAM, 4 transmission data bits are assigned to each transmission antenna. In addition, since the coding rate is  $\frac{1}{2}$ , the systematic bits and the parity bits are generated in the same ratio, so  $\frac{1}{2}$  of the transmission bits becomes systematic bits and the remaining  $\frac{1}{2}$  becomes parity bits at the transmission antenna array. The systematic bits and the parity bits for the individual transmission antennas, output from the distribution block 66, are provided to a multiplexing and modulation block 68. The multiplexing and modulation block 68 receives 8 coded bits, including systematic bits and parity bits for the individual transmission antennas received from the distribution block 66, and converts the received coded bits into output signals for 4 transmission antennas, and performs modulation on the output signals for each transmission antenna.

An operation of the distribution block 66 will be made with reference to a case where a coding rate is  $\frac{1}{2}$  and a modulation scheme is 16QAM. The generated systematic bits and parity bits for the transmission antennas are multiplexed by the multiplexing and modulation block 68. Here, since the first and second transmission antennas 72 and 74 each are assigned 4 bits of the systematic bits and the parity bits, if "S for Ant.1" and "P for Ant.1" are multiplexed, only 4 systematic bits are assigned to the first transmission

antenna 72 and output through an output terminal S/P/S&P for Ant.1, and when "S for Ant.2" and "P for Ant.2" are multiplexed, only 4 parity bits are assigned to the second transmission antenna 74 and output through an output terminal S/P/S&P for Ant.2. The third and fourth transmission antennas 76 and 78 each are assigned 2 systematic bits and 2 parity bits, so each transmission antenna is assigned 4 mixed bits of systematic bits and parity bits. More specifically, there exist 2 systematic bits and 2 parity bits at each of "S for Ant.3" and "P for Ant.3," and when the two inputs are applied to the multiplexing and modulation block 68, the multiplexing and modulation block 68 mixes the 2 systematic bits with the 2 parity bits, and outputs 4 S&P bits to an output terminal S/P/S&P for Ant.3. Finally, like the third transmission antenna 76, the fourth transmission antenna 78 also multiplexes 2 systematic bits and 2 parity bits into one symbol, and outputs the multiplexed 4 bits to an output terminal S/P/S&P for Ant.4. Although it will be described again with reference to FIG. 6, the output data multiplexed for each transmission antenna is modulated by the multiplexing and modulation block 68 and provided to a transmission antenna assigner 70. The transmission antenna assigner 70 transmits the received transmission data bits for the transmission antennas to a UE through the transmission antenna array.

FIG. 5 illustrates a detailed structure of the distribution block 66 in the transmitter illustrated in FIG. 3. As illustrated in FIG. 5, the distribution block 66 is comprised of a first distributor 66-1 for distributing systematic bits and a second distributor 66-2 for distributing parity bits.

Referring to FIG. 5, the interleaved systematic bits S from the first interleaver 64-1 are provided to the first distributor 66-1, and the first distributor 66-1 distributes the interleaved systematic bits S according to transmission antenna. The interleaved parity bits P from the second interleaver 64-2 are provided to the second distributor 66-2, and the second distributor 66-2 distributes the interleaved parity bits P according to transmission antenna.

First, the systematic bits S provided to the first distributor 66-1 are distributed to 4 corresponding transmission antennas by a switch 66-3 under the control of the controller 80. That is, the systematic bits are distributed into systematic bits "S for Ant.1" to be transmitted through the first transmission antenna, systematic bits "S for Ant.2" to be transmitted through the second transmission antenna, systematic bits "S for Ant.3" to be transmitted through the third transmission antenna, and systematic bits "S for Ant.4" to be transmitted through the fourth transmission antenna. The systematic bits "S for Ant.1" to be transmitted through the first transmission antenna are temporarily stored in a first buffer 66-1-1, the systematic bits "S for Ant.2" to be transmitted through the second transmission antenna are temporarily stored in a second buffer 66-1-2, the systematic bits "S for Ant.3" to be transmitted through the third transmission antenna are temporarily stored in a third buffer 66-1-3, and the systematic bits "S for Ant.4" to be transmitted through the fourth transmission antenna are temporarily stored in a fourth buffer 66-1-4. The number of systematic bits stored in each of the first to fourth buffers 66-1-1 to 66-1-4 is determined according to the number of the transmission antennas, the number of the input systematic bits, and a transmission condition of each of the transmission antennas.

Next, the parity bits P provided to the second distributor 66-2 are distributed to 4 corresponding transmission antennas by a switch 66-4 under the control of the controller 80.

That is, the parity bits are distributed into parity bits "P for Ant.1" to be transmitted through the first transmission antenna, parity bits "P for Ant.2" to be transmitted through the second transmission antenna, parity bits "P for Ant.3" to be transmitted through the third transmission antenna, and parity bits "P for Ant.4" to be transmitted through the fourth transmission antenna. The parity bits "P for Ant.1" to be transmitted through the first transmission antenna are temporarily stored in a fifth buffer 66-2-1, the parity bits "P for Ant.2" to be transmitted through the second transmission antenna are temporarily stored in a sixth buffer 66-2-2, the parity bits "P for Ant.3" to be transmitted through the third transmission antenna are temporarily stored in a seventh buffer 66-2-3, and the parity bits "P for Ant.4" to be transmitted through the fourth transmission antenna are temporarily stored in an eighth buffer 66-2-4. The number of parity bits stored in each of the fifth to eighth buffers 66-2-1 to 66-2-4 is determined according to the number of the transmission antennas, the number of the input parity bits, and a transmission condition of each of the transmission antennas.

The 8 outputs are multiplexed into transmission data for corresponding transmission antennas by the multiplexing and modulation block 68 of FIG. 3, and then modulated.

A detailed structure of the multiplexing and modulation block 68 is illustrated in FIG. 7. The multiplexing and modulation block 68 receives 8 data bits output from the distribution block 66 illustrated in FIG. 5. The 8 data bits are paired according to transmission antenna. In other words, a systematic bit and a parity bit corresponding to the first transmission antenna 72 are paired with each other, and other systematic bits and other parity bits corresponding to the other transmission antennas 74, 76 and 78 are also paired with each other in the same way. In some cases, the systematic bits and the parity bits may not exist in some of the 8 data input terminals, as described in conjunction with FIG. 3. Therefore, the multiplexing and modulation block 68 is comprised of a first multiplexer 68-1 for multiplexing systematic bits and parity bits to be transmitted through the first transmission antenna 72, a second multiplexer 68-2 for multiplexing systematic bits and parity bits to be transmitted through the second transmission antenna 74, a third multiplexer 68-3 for multiplexing systematic bits and parity bits to be transmitted through the third transmission antenna 76, and a fourth multiplexer 68-4 for multiplexing systematic bits and parity bits to be transmitted through the fourth transmission antenna 78. The multiplexing and modulation block 68 generates output signals S/P/S&P for Ant.1, S/P/S&P for Ant.2, S/P/S&P for Ant.3, and S/P/S&P for Ant.4 for the transmission antennas through the multiplexing, and modulates the output signals through corresponding modulators 68-5, 68-6, 68-7 and 68-8 according to a prescribed modulation scheme. Here, S/P/S&P for Ant.1, S/P/S&P for Ant.2, S/P/S&P for Ant.3, and S/P/S&P for Ant.4 represent the output bits obtained by multiplexing the systematic bits and the parity bits.

#### Structure and Operation of Receiver

FIG. 4 illustrates a structure of a receiver corresponding to the transmitter of FIG. 3 in a mobile communication system. An operation of the receiver illustrated in FIG. 4 is preformed in a reverse process of the data transmission operation by the transmitter of FIG. 3. The receiver is comprised of a reception antenna array with reception antennas 100, 102, 104 and 106, a channel estimation and antenna data classification block 108, a demodulation and

demultiplexing block 110, a multiplexing block 112, a deinterleaving block 114, a channel decoder 118, and a controller 120.

Referring to FIG. 4, the data transmitted through the transmission antennas 72, 74, 76 and 78 of the transmitter is received at the receiver through the reception antennas 100, 102, 104 and 106 of the reception antenna array. The signals received at the reception antennas 100, 102, 104 and 106 are provided to the channel estimation and antenna data classification block 108, and the channel estimation and antenna data classification block 108 classifies the received signals according to transmission antenna and provides the classified signals to the demodulation and demultiplexing block 110. The demodulation and demultiplexing block 110 performs a reverse operation of the multiplexing and modulation block 68 in the transmitter. The demodulation and demultiplexing block 110 receives 4 received data groups S/P/S&P for Ant.1, S/P/S&P for Ant.2, S/P/S&P for Ant.3, and S/P/S&P for Ant.4, which were obtained by classifying the data transmitted through the transmission antennas 72, 74, 76 and 78 according to transmission antenna, demodulates the 4 received data groups for corresponding antennas, and demultiplexes each of the received data groups into systematic bits and parity bits, thus outputting 8 output signals. Here, the demodulation and demultiplexing block 110 outputs systematic bits of the received data group S/P/S&P for Ant.1 through an output terminal S for Ant.1, and outputs parity bits of the received data group S/P/S&P for Ant.1 through an output terminal P for Ant.1. The other received data groups are also output in the same way. As a result, the demodulation and demultiplexing block 110 outputs a total of 8 output signals. The 8 output signals generated from the demodulation and demultiplexing block 110 are provided to the multiplexing block 112. The multiplexing block 112 is comprised of a plurality of multiplexers 112-1 and 112-2 for separately multiplexing the systematic bits and the parity bits. The multiplexer 112-1 multiplexes 4 systematic bits S for Ant.1, S for Ant.2, S for Ant.3, and S for Ant.4, and generates an output signal comprised of only systematic bits. Further, the multiplexer 112-2 multiplexes 4 parity bits P for Ant.1, P for Ant.2, P for Ant.3, and P for Ant.4, and generates an output signal comprised of only parity bits. The systematic bits and the parity bits output from the multiplexing block 112 are provided to the deinterleaving block 114. The deinterleaving block 114 is also comprised of a plurality of deinterleavers 114-1 and 114-2 for separately deinterleaving the systematic bits and the parity bits. The deinterleavers 114-1 and 114-2 deinterleave the systematic bits and the parity bits, respectively, and provide their outputs to the channel decoder 118. The channel decoder 118 separately channel-decodes the received systematic bits and parity bits, and generates restored data.

FIG. 6 illustrates a detailed structure of the demodulation and demultiplexing block 110 in the receiver of FIG. 4. The demodulation and demultiplexing block 110 demodulates received data blocks for corresponding transmission antennas by demodulation schemes corresponding to the modulation schemes for the transmission antennas. The demodulation block has a structure corresponding to the structure of the modulation block illustrated in FIG. 7. As the modulation block includes 4 modulators 68-5, 68-6, 68-7 and 68-8, the demodulation block also includes 4 demodulators 110-1, 110-2, 110-3 and 110-4. The received data blocks S/P/S&P for Ant.1, S/P/S&P for Ant.2, S/P/S&P for Ant.3, S/P/S&P for Ant.4 demodulated by the demodulators 110-1, 110-2, 110-3 and 110-4 are provided to demultiplexers 110-5,

**110-6, 110-7** and **110-8**, respectively. The demultiplexers **110-5, 110-6, 110-7** and **110-8** each demultiplex the received data blocks into systematic bits and parity bits. Through the demultiplexing, the 4 received data blocks for individual transmission antennas are separated into 4 systematic bits and 4 parity bits for individual transmission antennas. A ratio of the systematic bits to the parity bits output from the demultiplexers **110-5, 110-6, 110-7** and **110-8** is determined according to transmission conditions of the corresponding transmission antennas. For example, the demultiplexers may output either only the systematic bits or only the parity bits. Further, the demultiplexers may output the systematic bits and the parity bits in a prescribed ratio. A preferred embodiment of the present invention has been described in detail with reference to FIGS. 3 to 7. The embodiment has been described even for the case where the coding rate and the modulation scheme are fixed.

In addition, the present invention provides a method of measuring channel transmission conditions for respective transmission antennas. A MIMO system using multiple antennas has 16 transmission paths between transmission antennas and reception antennas, and acquires channel characteristic information  $H_{DL}$  defined as

$$H_{DL} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} & h_{14} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} & h_{24} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} & h_{34} \\ h_{41} & h_{42} & h_{43} & h_{44} \end{bmatrix} \quad \text{Equation (1)}$$

In Equation (1),  $H_{DL}$ , representing a downlink channel characteristic, is measured by the channel estimation and antenna data classification block **108** of a UE (or a receiver). The measured channel information is converted into information indicating transmission conditions for the respective transmission antennas. In this case, a transmitter and a receiver of a system with an antenna array can be modeled as represented by

$$Y(t) = H(t) * X(t) + N(t) \quad \text{Equation (2)}$$

Here, “\*” represents convolution,  $Y(t) = (y_1(t) \ y_2(t) \ \dots \ y_{nm}(t))$ ,  $X(t) = (x_1(t) \ x_2(t) \ \dots \ x_n(t))$ , and  $N(t)$  is an AWGN (Additive White Gaussian Noise) vector. Herein,  $X(t)$  refers to a transmission signal and  $Y(t)$  refers to a reception signal.

Information representing transmission conditions for the transmission antennas is generated by Water pouring. This means that the transmitter and the receiver both perceive the channel conditions. Based on the information, the transmitter can perform an operation of increasing channel capacity. This operation converts the MIMO system into a plurality of equivalent SISO (Single Input Single Output) systems through linear conversion. The present invention including transmission/reception antenna arrays converts a MIMO system into multiple SISO systems by Water pouring, and calculates transmission power of each of the transmission antennas. Further, the present invention determines a transmission condition of each transmission antenna. The determined transmission condition is used to determine a data group to be transmitted by the transmission antennas **72, 74, 76** and **78**.

To this end, an SVD (Singular Value Decomposition) operation for converting a MIMO system into a plurality of SISO systems is performed as represented by

$$H = UDV^* \quad \text{Equation (3)}$$

Here,  $U$  and  $V$  are singular matrixes, and  $D$  is a matrix where all components except diagonal components are 0.

Since a singular matrix usually has an inverse matrix, if the transmitter and the receiver are multiplied by  $V$  and  $U^H$ , respectively, then a MIMO channel is separated into as many SISO channels as a smaller number between the number of the transmission antennas **72, 74, 76** and **78** and the number of reception antennas **100, 102, 104** and **106**. A relationship between the transmitter and the receiver is defined as

$$Y = U^H(HVX + N) \rightarrow Y = DX + U^H N \quad \text{Equation (4)}$$

Here, a diagonal component of  $D$  is a square root of an inherent value of  $H^H H$ . A term including a noise component  $N$  has AWGN distribution. Through this process, a plurality of SISO systems are generated, and channel capacity of a multi-antenna system becomes the sum of capacities of the SISO systems, and calculated by

$$C = \sum_{k=1}^{n,m} \log_2(1 + \rho_k \lambda_k) \quad \text{Equation (5)}$$

Here,  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_{n,m}$  are inherent values of  $H^H H$ , and  $\rho_k$  is a level of transmission power that can be used by the transmission antennas **72, 74, 76** and **78**. Further,  $n$  and  $m$  represent the number of transmission antennas **72, 74, 76** and **78**, and the number of reception antennas **100, 102, 104** and **106**, respectively, and as many inherent values as the smaller number out of the two numbers are generated. The transmission power level can be determined according to the generated inherent values. Transmission power assignment for maximizing channel capacity of a system with an antenna array at a particular channel is performed by Water pouring, and the Water pouring power assignment for maximizing channel capacity is defined as

$$\text{Equation (6)}$$

$$P_k = \frac{1}{\lambda_0} - \frac{1}{\lambda_k}$$

Equation (6) represents a case where a condition of  $\lambda_k > \lambda_0$  is satisfied, and otherwise, the power is assigned zero (0). Here,  $\lambda_0$  is a value calculated by total average power restriction. The Water pouring increases channel capacity by assigning more transmission power to a channel with a good condition. A transmission condition is determined by calculating transmission power of the transmission antennas **72, 74, 76** and **78** in accordance with Equation (6), and this information is transmitted to a Node B (or a transmitter).

Such determined transmission conditions for the respective transmission antennas are used by a Node B to assign data to the transmission antennas in order to transmit the data to a UE. Further, the determined transmission conditions are used to classify data bits assigned to the bits constituting a symbol during generation of a modulation symbol.

Operation According to Embodiment

FIG. 8 illustrates a communication process performed by the transmitter of the mobile communication system illustrated in FIG. 3. Referring to FIG. 8, when mobile communication is started, a Node B (or a transmitter) generates in step **140** transmission data to be transmitted to a UE (or a receiver). The Node B encodes in step **142** the transmission data at a prescribed coding rate by a channel encoder **60**, and generates a coded data stream. The Node B separates in step **144** the coded data stream into systematic bits and parity bits

having different priorities according to how much they affect performance of the receiver, and generates 2 data streams. In steps 146-1 and 146-2, the Node B channel-interleaves the 2 data streams separated in the step 144. In steps 148-1 and 148-2, the Node B separates the interleaved data streams into as many data streams as the number of the transmission antennas 72, 74, 76 and 78 under the control of a controller 80. In this way, the data streams of the systematic bits and the parity bits are separated into 4 sub-streams. Since all of the first to fourth transmission antennas 72-78 are considered when assigning the systematic bits according to the transmission antennas, the data streams are separated into 4 sub-streams. The parity bits are also separated into 4 sub-streams in the same way. The 8 sub-streams are multiplexed into 4 sub-streams according to transmission antenna. Since each transmission antenna is assigned one sub-stream for systematic bits and one sub-stream for parity bits, each transmission antenna is assigned two sub-streams. In other words, by multiplexing one sub-stream for systematic bits and one sub-stream for parity bits, one new multiplexed sub-stream, or one data stream, is generated. In this manner, the Node B generates a total of 4 data streams in step 150. After generating the 4 data streams, the Node B modulates each of the data streams in step 152, and assigns the modulated data streams to the physical transmission antennas in step 154. Thereafter, in step 156, the Node B transmits the data streams through the assigned transmission antennas, completing data transmission.

FIG. 9 illustrates a communication process performed by the receiver of the mobile communication system illustrated in FIG. 4. Referring to FIG. 9, a UE receives in step 160 a plurality of data streams transmitted from a Node B through reception antennas 100, 102, 104 and 106 of a reception antenna array. The UE separates in step 162 the received data streams into data streams for respective transmission antennas, and demodulates the separated data streams. The UE separates in step 164 each of the demodulated data streams for the respective transmission antennas into a sub-stream with systematic bits and a sub-stream with parity bits. Therefore, 4 data streams are separated into 8 sub-streams, and the sub-streams include 4 sub-streams with systematic bits and 4 sub-streams with parity bits. In steps 166-1 and 166-2, the UE multiplexes the 8 sub-streams into two data streams in such a manner that the sub-streams with the same data components are separately multiplexed, i.e., the sub-streams with the systematic bits and the sub-streams with the parity bits are separately multiplexed. The UE deinterleaves the two data streams in steps 168-1 and 168-2, and channel-decodes the systematic bits and the parity bits by a channel decoder in step 170. Thereafter, the UE outputs in step 172 the channel-decoded received data by restoring the data transmitted by the Node B, completing data reception.

As described above, the present invention provides a method applicable to a case where transmission antennas have different transmission conditions during data transmission through the transmission antennas and a case where the transmission conditions are poor so that it is difficult to improve system performance with the conventional data transmission method, in a CDMA mobile communication system with a plurality of transmission and reception antennas.

If, as mentioned before, the transmission and reception antennas all have the same transmission conditions, it is not necessary to classify data bits according to their priorities. Particularly, in this case, it is possible to improve entire performance of a mobile communication system by assign-

ing systematic bits to the bits located in a position resistive to an error among the bits constituting a symbol and assigning parity bits to the bits located in a position susceptible to an error among the bits constituting the symbol when generating a modulation symbol. In addition, when a good transmission-condition and a poor transmission condition are always distinguishable, it is possible to transmit transmission data by separating them into only systematic bits and parity bits. It is possible to increase performance of the mobile communication system by separating transmission data into only systematic bits and parity bits and transmitting the systematic bits through a transmission antenna with a good transmission condition and the parity bits through a transmission antenna with a poor transmission condition.

The present invention provides a new method for improving entire performance of a mobile communication system not only when channel conditions between multiple transmission and reception antennas are similar to or different from one another, but also when the two cases are mixed. No matter how the channel conditions between the multiple transmission and reception antennas are determined, the proposed method can improve the entire system performance.

While the invention has been shown and described with reference to a certain preferred embodiment thereof, it will be understood by those skilled in the art that various changes in form and details may be made therein without departing from the spirit and scope of the invention as defined by the appended claims.

What is claimed is:

1. A method for providing first and second interleaved bit streams to a modulator in order to transmit the first and second interleaved bit streams through at least two antennas in a mobile communication system including an encoder for encoding a transmission data stream at a given coding rate into a first bit stream with first priority and a second bit stream with second priority being lower than the first priority, an interleaver for interleaving the first and second bit streams and generating the first and second interleaved bit streams, and the modulator for modulating the first and second interleaved bit streams by a given modulation scheme, the method comprising the step of:

generating a combination of at least one of a first combination bit streams representing a combination of bits from the first interleaved bit stream, a second combination bit streams representing a combination of bits from the second interleaved bit stream, and a third combination bit streams representing a combination of bits from the first interleaved bit stream and the second interleaved bit stream according to power condition information of the respective antennas, wherein the number of bits in each of the first, second and third combination bit streams is determined according to the modulation scheme.

2. The method of claim 1, wherein the first combination bit stream is generated for an antenna with a good transmission condition based on the power condition information, the second combination bit stream is generated for an antenna with a poor transmission condition based on the power condition information, and the third combination bit stream is generated for an antenna with a medium transmission condition based on the power condition information.

3. The method of claim 1, wherein the number of bit streams by combination of the first combination bit streams, the second combination bit streams and the third combination bit streams is equal to the number of the antennas.

23

4. A method for providing first and second interleaved bit streams to a modulator in order to transmit the first and second interleaved bit streams through at least two antennas in a mobile communication system including an encoder for encoding a transmission data stream at a given coding rate into a first bit stream with first priority and a second bit stream with second priority being lower than the first priority, an interleaver for interleaving the first and second bit streams and generating the first and second interleaved bit streams, and the modulator for modulating the first and second interleaved bit streams by a given modulation scheme, the method comprising the steps of:

distributing the first interleaved bit stream into first assignment bit streams for the respective antennas and the second interleaved bit stream into second assignment bit streams for the respective antennas according to power condition information of the respective antennas; and

generating combination bit streams for each respective antenna by combining the first assignment bit streams and the second assignment bit streams for each respective antenna, and providing the generated combination bit streams to the modulator.

5. The method of claim 4, wherein the number of bits in each of the combination bit streams is determined based on the modulation scheme.

6. The method of claim 4, wherein for an antenna with a good transmission condition based on the power condition information, as many first interleaved bits as the number of bits determined by the modulation scheme, are distributed from the first interleaved bit stream as the first assignment bit stream, and are not distributed as the second assignment bit stream.

7. The method of claim 6, wherein for an antenna with a poor transmission condition based on the power condition information, as many second interleaved bits as the number of bits determined by the modulation scheme, are distributed from the second interleaved bit stream as the second assignment bit stream, and are not distributed as the first assignment bit stream.

8. The method of claim 7, wherein for an antenna with a medium transmission condition based on the power condition information, the first and second assignment bit streams from the first and second interleaved bit streams are distributed according to a ratio of the coding rate.

9. The method of claim 8, wherein the modulator modulates the combination bit stream by the given modulation scheme by mapping first interleaved bits constituting the combination bit stream to bit positions with high reliability among bit positions constituting one modulation symbol, and mapping second interleaved bits constituting the combination bit stream to bit positions with low reliability among the bit positions.

10. An apparatus for providing first and second interleaved bit streams to a modulator in order to transmit the first and second interleaved bit streams through at least two antennas in a mobile communication system including an encoder for encoding a transmission data stream at a given coding rate into a first bit stream with first priority and a second bit stream with second priority being lower than the first priority, an interleaver for interleaving the first and second bit streams and generating the first and second interleaved bit streams, and the modulator for modulating the first and second interleaved bit streams by a given modulation scheme, the apparatus comprising:

a distributor for distributing the first interleaved bit stream into first assignment bit streams for the respective

24

antennas and the second interleaved bit stream into second assignment bit streams for the respective antennas according to power condition information of the respective antennas; and

a multiplexer for generating combination bit streams for each respective antenna by combining the first assignment bit streams and the second assignment bit streams for each respective antenna, and providing the generated combination bit streams to the modulator.

11. The apparatus of claim 10, wherein the number of bits in each of the combination bit streams is determined based on the modulation scheme.

12. The apparatus of claim 10, wherein for an antenna with a good transmission condition based on the power condition information, the distributor distributes as many first interleaved bits as the number of bits, determined by the modulation scheme, from the first interleaved bit stream as the first assignment bit stream and does not distribute the first interleaved bits as the second assignment bit stream.

13. The apparatus of claim 12, wherein for an antenna with a poor transmission condition based on the power condition information, the distributor distributes as many second interleaved bits as the number of bits, determined by the modulation scheme, from the second interleaved bit stream as the second assignment bit stream and does not distribute the second interleaved bits as the first assignment bit stream.

14. The apparatus of claim 13, wherein for an antenna with a medium transmission condition based on the power condition information, the distributor distributes the first and second assignment bit streams from the first and second interleaved bit streams according to a ratio of the coding rate.

15. The apparatus, of claim 14, wherein the modulator modulates the combination bit stream by the given modulation scheme by mapping first interleaved bits constituting the combination bit stream to bit positions with high reliability among bit positions constituting one modulation symbol, and mapping second interleaved bits constituting the combination bit stream to bit positions with low reliability among the bit positions.

16. A method for separating first and second interleaved bit streams from combination bit streams in a mobile communication system including a demodulator for receiving modulated combination bit streams through at least two antennas and generating the combination bit streams by demodulating the modulated combination bit streams according to the antennas, a deinterleaver for generating first and second bit streams by deinterleaving first and second interleaved bit streams from the combination bit streams, and a decoder for decoding a data stream from the deinterleaved first bit stream with first priority and the deinterleaved second bit stream with second priority being lower than the first priority, the method comprising the steps of:

separating a first assignment bit stream and a second assignment bit stream from each of the combination bit streams demodulated according to the antennas based on power condition information of the respective antennas; and

multiplexing the first assignment bit streams separated according to the antennas into the first interleaved bit stream and multiplexing the second assignment bit streams separated according to the antennas into the second interleaved bit stream.

17. The method of claim 16, wherein the number of bits in each of the combination bit streams is determined based on a modulation scheme used in a transmitter.

## 25

18. The method of claim 16, wherein for an antenna with a good transmission condition based on the power condition information, the respective first assignment bit stream separated from the demodulated combination bit stream has as many first interleaved bits as the number of bits, determined by a modulation scheme used in a transmitter, and the respective second assignment bit stream does not exist.

19. The method of claim 18, wherein for an antenna with a poor transmission condition based on the power condition information, the respective second assignment bit stream separated from the demodulated combination bit stream has as many second interleaved bits as the number of bits, determined by the modulation scheme used in the transmitter, and the respective first assignment bit stream does not exist.

20. The method of claim 19, wherein for an antenna with a medium transmission condition based on the power condition information, the first and second assignment bit streams are separated from the respective combination bit streams according to a ratio of the coding rate.

21. An apparatus for separating first and second interleaved bit streams from combination bit streams in a mobile communication system including a demodulator for receiving modulated combination bit streams through at least two antennas and generating the combination bit streams by demodulating the modulated combination bit streams according to the antennas, a deinterleaver for generating first and second bit streams by deinterleaving first and second interleaved bit streams from the combination bit streams, and a decoder for decoding a data stream from the deinterleaved first bit stream with first priority and the deinterleaved second bit stream with second priority being lower than the first priority, the apparatus comprising:

a demultiplexer for separating a first assignment bit stream and a second assignment bit stream from each of

## 26

the combination bit streams demodulated according to the antennas based on power condition information of the respective antennas; and

a multiplexer for multiplexing the first assignment bit streams separated according to the antennas into the first interleaved bit stream and multiplexing the second assignment bit streams separated according to the antennas into the second interleaved bit stream.

22. The apparatus of claim 21, wherein the number of bits in each of the combination bit streams is determined based on a modulation scheme used in a transmitter.

23. The apparatus of claim 21, wherein for an antenna with a good transmission condition based on the power condition information, the respective first assignment bit stream separated from the demodulated combination bit stream has as many first interleaved bits as the number of bits, determined by a modulation scheme used in a transmitter, and the respective second assignment bit stream does not exist.

24. The apparatus of claim 23, wherein for an antenna with a poor transmission condition based on the power condition information, the respective second assignment bit stream separated from the demodulated combination bit stream has as many second interleaved bits as the number of bits, determined by the modulation scheme used in the transmitter, and the respective first assignment bit stream does not exist.

25. The apparatus of claim 24, wherein for an antenna with a medium transmission condition based on the power condition information, the first and second assignment bit streams are separated from the respective combination bit streams according to a ratio of the coding rate.

\* \* \* \* \*